

JOURNAL
OF THE
IMPERIAL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION
NISIGAHARAMATI, TAKINOGAWA-KU TÔKYÔ
NIPPON

Vol. II

1932-1935

農事試驗場彙報

第二卷

昭和七年三月—昭和十年三月

農林省農事試驗場

[東京市瀧野川區西ヶ原町]

農事試驗場彙報編輯

場長 農學博士 安藤廣太郎

種藝部主任	技師 農學博士 寺尾博
農藝化學部、土性部主任	技師 鹽入松三郎
病理部主任	技師 石山信一
昆蟲部主任	技師 木下周太

EDITORIAL BOARD

OF THE

JOURNAL OF THE IMPERIAL AGRICULTURAL
EXPERIMENT STATION

Hirotarô ANDÔ *Dr. Agr.*

Director of the Imperial Agricultural Experiment Station

Hiroshi TERAÔ *Dr. Agr.*—In charge of Division of Plant Breeding and
Agronomy.

Matsusaburô SHIOIRI—In charge of Division of Agricultural Chemistry and
Division of Soil.

Shin'iti ISIYAMA—In charge of Division of Plant Pathology.

Shûta KINOSHITA—In charge of Division of Entomology.

農事試驗場彙報第二卷

目 次

第一號——昭和七年三月

水耕上に於ける水稻の營養的特性、特に大麥との比較に就て	木村次郎	1
ケルダール窒素定量装置の改良に就て	鹽入松三郎 奥田東	33
淺間山麓に於ける火山性石灰質土壤が水稻の生育を阻害する原因に就て	鴨下寛	39
東京ローム中の苦土の形態に就て	横井時次	49
土壤中の固着水に関する實驗	山中金次郎	59
二化螟蟲の胚子の發育に及ぼす硫酸ニコチンの影響に就て	三坂和英	71
芍薬の疫病(露菌科菌類に関する研究、一)	田熊杉澤平 木下周太	75
二化螟蟲の査定並に分布に就て	河田黨	97
鱗翅目蛹の脚部の相同に就て	河田黨	105
ウスカハマイマイの生態に就て(續報)	岡田彌一郎	107
菜種のキヤンペストリス品種とナプス品種との結實性及び自然交雜に関する差異に就て	禹永長 松土春己	113

第二號——昭和八年三月

小麥粒の性質と製粉歩合との關係に就て	山崎守正 波多野進	129
小麥粒に於ける澱粉細胞の構造と製粉歩合との關係に就て	山崎守正 波多野進	141
廻轉脱穀機による粃の損傷並に之に基く稻苗の發育障害に就て	二瓶貞一	153
珪酸以外の土壤無機主成分の微量定量法に就て	鹽入松三郎 永原太	161

石灰窒素を原料として製造せる肥料の窒素形態	林 義 三	193
石灰窒素の貯藏中に於ける理學的變化並に貯藏		

石灰窒素の肥效試験	林 義 三 清 水 隆	205
-----------	----------------	-----

Sclerospora graminicola (SACC.) SCHROET. の擔子梗、分

生胞子及び卵胞子の生理學的研究(露菌科菌類

の研究二)	田 杉 平 司	225
-------	---------	-----

本邦産タマムシ科幼蟲の構造並に其の生活史	湯 淺 啓 溫	263
----------------------	---------	-----

第三號——昭和九年三月

菜種油粕及び雜植物油粕類の品質に關する調査	林 義 三	283
シアナミツド誘導化合物並に之等を含有する		

石灰窒素變性肥料の肥效に就て	林 義 三 小 畑 秀 雄	307
----------------	------------------	-----

加里を含む製鹽副産物の成分に就て	林 義 三	333
------------------	-------	-----

Sclerospora graminicola (SACC.) SCHROET. の生活史及び

寄生性に就て(露菌科菌類に關する研究三)	田 杉 平 司	345
----------------------	---------	-----

Pupae and Cocoons of Saturniidae of Nippon	Akira KAWADA	367
--	--------------	-----

二化螟蟲の等發生帯に就て	八 木 誠 政	381
--------------	---------	-----

第四號——昭和十年三月

磷酸質肥料の原料としての磷酸鐵礬土礦の一利用法	林 義 三	395
-------------------------	-------	-----

磷酸鐵礬土礦の磷酸溶解度と焙燒溫度との關係	林 柳 義 隆	415
-----------------------	---------	-----

石灰を含む中性磷酸質肥料の水溶性磷酸定量法

に就て	清 水 隆 一 鎌 谷 榮 次	421
-----	--------------------	-----

麥類雪腐病菌の生理的性質に就て	田 杉 平 司	443
-----------------	---------	-----

粟の「ササラ」病の發生と環境要素及び卵胞子處

理との關係に就て(露菌科菌類に關する研究 四)	田 杉 平 司	459
-------------------------	---------	-----

二化螟蛾の夜間活動性に就て	八 木 誠 政	481
---------------	---------	-----

二化螟蟲及び三化螟蟲幼蟲の外部性徴並に第九十

兩腹節間の境界線に就て	八 木 誠 政 河 田 黨	491
-------------	------------------	-----

溫室植物の害虫ヒメヲカモノアラガヒ *Succinea*

<i>horticola</i> REINHARDT の生活史	岡 田 彌 一 郎	499
---------------------------------	-----------	-----

Studies on Some Sphingid-pupae in Nippon	Akira KAWADA	509
--	--------------	-----

JOURNAL OF

THE IMPERIAL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

Vol. II. (1932-1935)

CONTENTS

*Each paper written in Japanese is annexed with an English
Résumé except those marked with asterisks.*

No. 1. (March, 1932)

	Page
KIMURA, J. : Further Studies on the Specific Traits of Rice in regard to its Nutri- tive Behavior in Solution-Culture	1
SHIOIRI, M. and OKUDA, A. : A Modification of the Distillation Apparatus of Kjeldahl Method	33
KAMOSHITA, Y. : On the Cause of the Unproductivity of a Certain Volcanogenous Calcareous Soil for Paddy Rice (Plate I)	39
YOKOI, T. : On the Form of Magnesia in Tokyo Loam	49
YAMANAKA, K. : Experiments on the "Unfree Water" in Soils	59
* MISAKA, K. : Ueber die Wirkung des Nikotinsulfates auf die Embryonalentwick- lung von <i>Chilo simplex</i> BUTLER	71
TASUGI, H. and KUMAZAWA, M. : Phytophthora Blight of Peony. (Studies on Japa- nese Peronosporales I). (Plates II, III, IV)	75
KINOSHITA, S. and KAWADA, A. : A revision of Rice Borers (<i>Chilo</i>) and their Dis- tribution. (Plate V)	97
KAWADA, A. : Notes on Homology of Some Parts of the Leg in the Lepidopterous Pupae	105
OKADA, Y. : Anatomical and Ecological Notes on <i>Eulota sieboldiana</i> PFEIFFER, a Snail Injurious to Some Vegetables. (Plate VI)	107
U, N. and NAGAMATU, T. : On the Difference between <i>Brassica campestris</i> L. and <i>B. napus</i> , L. in regard to Fertility and Natural Crossing. (Plate VII)	113

No. 2. (March, 1933)

YAMASAKI, M. and HATANO, S. : On the Relation between Flour Yield and some other Characters in Wheat Kernels	129
YAMASAKI, M. and HATANO, S. : On the Relation of the Structure of Starch Cells to the Flour Yield in Wheat Kernels (Plates VIII-XII)	141
* NIHEI, T. : On the Injury of Rice Grains caused by Threshing Machines (Plate XIII)	153
SHIOIRI, M. und NAGAHARA, T. : Beitrag zur mikrochemischen Trennung und Be- stimmung von Bodenhauptbestandteilen ausser Kiesersäure	161
HAYASHI, Y. : On the Form of Nitrogen contained in Fertilizers manufactured by Calcium Cyanamide as Raw Material	193

	Page
HAYASHI, Y. and SHIMIZU, R. : Physical and Chemical Changes of Calcium Cyanamide on Storage, and Pot Experiments with Stored Calcium Cyanamide	205
TASUGI, H. : Studies on the Physiology of the Conidiophores, Conidia and Oospores of <i>Sclerospora graminicola</i> (SACC.) SCHROET. on the Japanese Millet (<i>Setaria italica</i> (L.) BEAUV.) . (Studies on Japanese Peronosporales. II.) (Plates XIV-XVI)	225
YUASA, H. : On the Structure of some Japanese Buprestid-Larvae, with Notes on their Life-history (Plates XVII-XX)	263

No. 3. (March, 1934)

* HAYASHI, Y. : Studies on the Quality of Rape- and Oil-cakes	283
HAYASHI, Y. and OBATA, H. : The Effects of the Calcium Cyanamide Derivatives and the Fertilizers containing those Derivatives on the Plant Growth	307
HAYASHI, Y. : On the Compositions of the Byproducts containing the Potash in Salt Making	333
TASUGI, H. : On the Life-history, Pathogenicity and Physiologic Forms of <i>Sclerospora graminicola</i> (SACC.) SCHROET. (Studies on Nipponese Peronosporales III)	345
KAWADA, A. : Pupae and Cocoons of Saturniidae of Nippon (Plate XXI)	367
YAGI, N. : Isodevelopmental Zonation of <i>Chilosimplex</i> BUTLER in Nippon (Plates XXII-XXV)	381

No. 4. (March, 1935)

HAYASHI, Y. : An Utilization of Iron-Aluminium Phosphate Rocks as Raw Materials of Phosphatic Fertilizers	395
HAYASHI, Y. and YANAGI, R. : Effect of Ignition on the Solubility of Iron-Aluminium Phosphates in Citric Acid and Citrate Solutions	415
SIMIDU, R. and KAMATANI, E. : Contribution to Methods for the Determination of Water-soluble Phosphoric Acid in the Neutral Phosphoric Fertilizer containing Calcium (Plate XXVI)	421
TASUGI, H. : On the Physiology of <i>Typhula graminum</i> , KARST (Plates XXVII-XXVIII)	443
TASUGI, H. : The Relation of the Environmental Factors and the Treatment of Oospores to the Infection by Oospores of <i>Sclerospora graminicola</i> (SACC.) SCHROET. (Studies on Nipponese Peronosporales IV)	459
YAGI, N. : On the Nocturnal Activity of Moth of <i>Chilo simplex</i> BUTLER (Plates XXIX-XXXII)	481
YAGI, N. and KAWADA, A. : On the sexual Characteristics visible on the Body of the Rice Borers (<i>Chilos implex</i> BUTLER and <i>Shoenobius incertellus</i> WALKER) (Plate XXXIII)	491
OKADA, Y. : Notes on the Life History and the Habits of <i>Succinea horticola</i> , REINHARDT the Pest of Greenhouse Plants and Grasses (Plate XXXIV)	499
KAWADA, A. : Studies on some Sphingid-Pupae in Nippon (Plates XXXV-XXXIX)	509

水耕上に於ける水稻の營養的特性

特に大麥との比較に就て (續報)

技師 木村次郎

目 次

緒 言	1
水耕液に於ける鐵成分	1
水耕液に於ける水素イオン濃度	10
水耕植物の根に於ける還元作用	15
水稻水耕液の合理的組成	19
水稻の營養的特異性に關する考察	24
摘 要	27
引用文献	29
英文摘要	30

緒 言

著者は前報^[21]に於て、水耕液に於ける養分の中特に磷酸、石灰等に對し水稻幼植物が大麥と異なる特殊の營養的性質を有することを示したり。之に續いて本報に於ては更に水稻幼植物に對する鐵分及びHイオン及び夫等と磷酸、石灰等との關係、窒素成分の量及び形態の變化、並びに水耕液の合理的營養分の配合等の諸項に關する實驗に就て記さんす。

水耕液に於ける鐵成分

從來鐵成分は植物の營養元素として培養液中に痕跡存在すれば充分なりと一般に考へられ、且つ夫に用ふる鐵鹽の形態、性質並に他の鹽類との關係等も深く顧慮せられざりしが、pH 値測定法の進歩に伴ひ近年鐵成分と植物生育との關係に就き數多の研究發表を見るに至れり。今この方面に於ける既往の研究を概説すれば次の如し。

1911年 GILE [7] は鳳梨及び陸稻が石灰質土壤に於て Chlorosis を起し充分の

生育を遂げ得ざる事實を觀察し、之を鐵分吸收の阻害に歸せり。その後同氏[8, 9, 10, 11]は研究を續けて 1915 年より 1920 年に至る迄數回に亘りて成績を發表したるが、その主要なる點は要するに、稻が石灰過多の場合に Chlorosis を起すはアルカリ性反應が直接の原因には非ずして、寧ろアルカリ性により鐵の有効度が減少せられてその利用吸收が阻害せらるるによるるに在り。同氏は此の如き理由により石灰質土壤に於ては厩肥、綠肥の如き有機質肥料の施用によりて鐵分の利用吸收を容易ならしむべきことを論ぜり。而して GILE の研究に於ては pH 値の測定並に鐵の定量法が不備なりしも稻の鐵分に對する特性に關し一般の注意を喚起せるは特に指摘すべき點なりとす。爾來この方面に於て多くの成績發表せられ、例へば SHIVE[18, 19] は小麥を以て試験し、磷酸鐵は硫酸第一鐵に比し效果劣るもアンモニア鹽含有液に於ては磷酸鐵も鐵分に不足を來すことなきを示せり。また、HOAGLAND [14], TOTTINGHAM [35], HOPKINS [15, 16, 17] 等は小麥又は藻類を以て試験し、何れも pH 値高まるに従ひ鐵の溶解度を減じ鐵分缺乏の恐あるにより枸橼酸鐵を用ふるか、又は枸橼酸曹達を添加し以て pH 値の廣き範圍に於て溶解性を保持せしむるを適當なりとせり。更に近年に至りて稻の鐵養分に關する研究多きを加へ、例へば 1926 年に RICHTER [26, 27] は水稻の水耕に於ては特に鐵分を多量添加する必要ありとなし、1927 年中島氏[25]は稻の如き水生植物は鐵分の要求大なりとしたり。また 1930 年 GERICKE[6]は稻の鐵分吸收力は弱きものなるべしと推論したり。

上叙の如く恐らく稻は鐵養分に對し一種の特異性を有すべきを以て、著者は前報[21]の實驗に於て觀察せる磷酸、石灰等に對する水稻の特性に關し、特に夫と鐵養分との關係に注目して、實驗を進めたり。

(1) 磷酸の濃度高き培養液に於ける 鐵成分 (實驗 A1)

著者は先に[21]培養液に於ける磷酸の濃度高き場合は水稻幼植物の生育に對し營養上の障害を與ふることを觀察したり。依て更に此の如き水稻の生育に不利なる溶液に就て、之に添加せる鐵成分の形態並に分量が如何なる作用を現すべきかを知らんがため、次の實驗を試みたり。

實驗に用ひたる培養液は前報の第六表に掲げたる石灰多量區第 VI 區液に

して、約 150 p.p.m. の P_2O_5 を含有し、既報の實驗に於ては水稻の生育に對して障害を與へたるものなり。然れどもその際添加せし鐵鹽は磷酸鐵のみなりしが、本實驗に於ては磷酸鐵の他枸橼酸鐵及び硫酸第一鐵を用ひ、その添加量は培養液一立に對して Fe_2O_3 として 0.1, 1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 50.0 瓊の六種さなせり。而して水稻及び大麥の幼植物の生育に對し、之等の三種の鐵鹽並に六種の分量による影響を検討したり。

水耕の方法は前報に於けるものと全く同様にして、水稻は大正拾五年九月四日、大麥は同十月十四日豫め育成したる苗(水稻無芒愛國草長 9.0—9.5 瓊、大麥三德草長 8—9 瓊)を採取し三本宛 250 cc 容瓶に移植し、水稻は四瓶、大麥は三瓶を以て一區さなせり。一週二回液の更新を行ひ、その更新の際には液の pH 値を常に 5.5 に修正したり。斯くして三十日間培養したる後植物を採取し調査を行ひたり。

培養期間中の植物生育の狀況を記さんに、先づ水稻に於ては、磷酸鐵區は初期より生育全く阻害され葉部は黃變し且つ赤褐色の斑點を生じ、三鐵鹽中最も生育狀態劣れるを見、且つ鐵添加量の多少に拘らず同様に不良の生育狀態を示せり。硫酸第一鐵區は添加量の多少によりて異り、5 及び 10 瓊の兩區は最も生育優り、且つ葉部に於ける綠色も亦優れるを見る。然れどもなほ葉面上には赤褐色斑點を生じ葉末は枯稠するなご、完全に正常の生育さは認め得ざりき。大體に於て枸橼酸鐵添加の諸區に比し生育優れるも最多量の 50 瓊の區に於ては枸橼酸鐵區よりも劣りたり。枸橼酸鐵區に於ては最初の一週間は葉部稍黃色を呈せしも、その後次第に綠色を増加し生育良好となりたり。而して添加鐵量の増加に従ひ綠色を増加したるが、その最も多量なる 25 及び 50 瓊の兩區に於ては根の發育阻害せられしを認めたり。

大麥に就ては磷酸鐵區に於ける生育狀態は水稻の場合とは全く相反し、極めて健全にして病的徵候は認められざりき。但し鐵の添加量少き 0.1—1.0 瓊區に於ては鐵分の不足により葉部に黃色を呈したり。また 5 瓊區も後れて黃色を帶ぶるに至るも 10 瓊區以上に於ては全區中最も優れたる生育狀態なりき。また枸橼酸鐵區に於ては磷酸鐵の諸區と相似たる生育狀態なりしも、25 瓊及び 50 瓊の兩區は稍生育劣りたるが如し。硫酸第一鐵區に於ては

第一表 收穫物調査成績

Table I. Yield of plants grown for 30 days in the solutions* with three different iron salts, in the case of high P_2O_5 content.

培養區別 Cul. series.		草 長	根 長	莖葉乾物量	根乾物量	全乾物量	全乾物比較
鐵鹽の種類 Fe salts	Fe ₂ O ₃ mg per litre	Length of tops, cm.	Length of roots, cm.	Dry wt of tops, mg.	Dry wt. of roots, mg.	Total dry wt., mg.	數量 Rel. dry wt. %
水 稻 (Rice)							
磷酸鐵 Fe-phos.	0.1	21.8	11.4	60	17	77± 8	26.8
	1.0	21.4	14.1	61	17	78± 3	27.0
	5.0	21.7	13.2	59	18	77± 3	26.9
	10.0	21.2	12.0	49	15	64± 2	22.3
	25.0	21.4	12.3	58	17	75± 5	26.0
	50.0	20.9	12.5	49	16	65± 4	22.7
枸橼酸鐵 Fe-cit.	0.1	27.6	13.4	93	25	118± 5	40.9
	1.0	32.9	14.4	141	31	172±13	59.7
	5.0	31.8	12.4	105	26	130± 4	45.3
	10.0	32.6	12.4	139	33	172± 3	59.6
	25.0	32.3	8.1	126	30	156± 1	54.3
	50.0	33.4	7.3	138	33	171±13	59.3
硫酸第一鐵 Ferrous sul.	0.1	31.7	11.8	136	30	165±20	57.5
	1.0	33.5	11.8	168	39	207± 8	71.8
	5.0	39.3	13.8	236	52	288± 5	100.0
	10.0	39.7	11.4	196	42	238± 5	82.8
	25.0	35.5	10.0	130	41	170± 8	59.2
	50.0	30.1	8.4	93	32	125± 4	43.5
大 麥 (Barley)							
磷酸鐵 Fe-phos.	0.1	30.3	—	205	44	249± 7	32.7
	1.0	33.8	—	299	63	362± 4	47.6
	5.0	36.3	—	452	90	543±14	71.3
	10.0	38.2	—	533	109	642±13	84.3
	25.0	36.2	—	518	108	627± 7	82.3
	50.0	35.7	—	631	130	761±44	100.0
枸橼酸鐵 Fe-cit.	0.1	28.8	—	178	34	211± 4	27.7
	1.0	33.2	—	282	52	334±12	43.9
	5.0	36.5	—	503	104	608±14	79.8
	10.0	37.6	—	542	108	650±23	85.4
	25.0	32.7	—	423	96	519± 3	68.2
	50.0	30.9	—	393	109	501± 29	65.9
硫酸第一鐵 Ferrous sul.	0.1	30.0	—	291	42	233±19	30.5
	1.0	30.8	—	222	42	264±11	34.6
	5.0	33.2	—	292	63	355±11	46.6
	10.0	29.3	—	247	59	306±18	40.2
	25.0	21.3	—	144	45	188±15	24.7
	50.0	16.5	—	99	62	161± 5	21.2

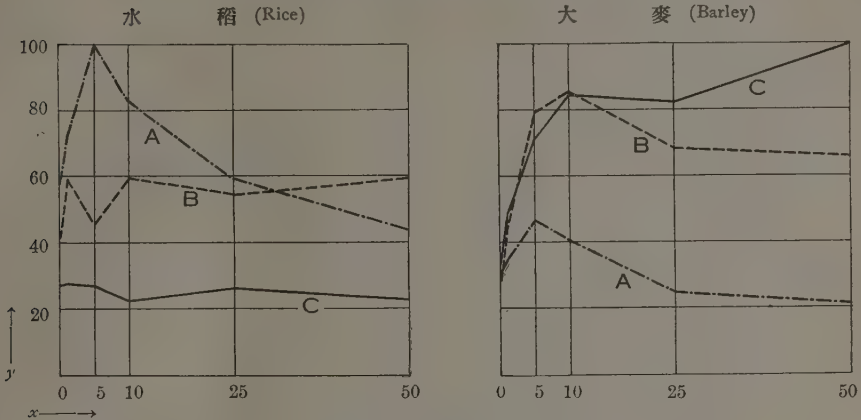
備考: (Notes) 表中の數字は水稻、大麥共に3本に就きての數量を示す。

The data are for 3 plants of both rice and barley.

* No VI solution of high CaO series given in Table VI of the previous report [21].

第一圖 磷酸及び石灰濃度高き培養液に於ける
水稻及び大麥の生育と鐵鹽との關係

Fig. 1. Relation between iron salts and growth of rice and barley especially grown
with the solution of high P_2O_5 and CaO content.



註(Notes) x一立中に添加したる Fe_2O_3 mg 量 (Fe_2O_3 mg added per litre)

y生育程度 (Relative growth)

A.....硫酸第一鐵 (Ferrous sulphate)

B.....枸橼酸鐵 (Ferric citrate)

C.....磷酸鐵 (Ferric phosphate)

水稻の場合と全く相反し、三鐵鹽中最も生育劣り、就中25疋及び50疋の兩區に於ては絶対に發育阻害せられ、特に根に對して著しき害作用を現はし50疋區の根の如きは殆んど腐敗せるが如き觀を呈せり。

培養終了に際し試験植物に就て調査せる結果並に全乾物量に基く生育程度比較圖を示せば第一表及び第一圖の如し。而してこの實驗の結果は次の如く概括するここを得べし。

磷酸鐵を鐵源とせる場合に於ては、水稻はその添加量を異にせる各區何れも同様に生育を阻害せられ、しかも三種の鐵源中最も不良なる結果を示せり。之に反し大麥は添加量一立中10疋以上の諸區に於ては何れも優良なる結果を示し、且つ他の二種の鐵鹽の場合に比し一層優良なる成績を現せり。而してSHIVE[19, 20]の小麥及び大豆に於ける實驗によれば、磷酸鐵の鐵源としての効果は培養液にアンモニア鹽を含まざる時は之を含める時に比して明かに劣れるを認む。之に依て見れば前述の如く大麥に對する磷酸鐵の効果が特に優秀なるは恐らく本實驗の場合に於ては培養液にアンモニア鹽を含めるによるものなるべし。

枸橼酸鐵を鐵源とした場合に於ては、水稻に不溶性なる磷酸鐵の場合よりは遙かに健全なる生育を遂げ(第一圖参照)收量も優れるを見る。然れども一樣に赤褐色の斑點を生ぜるを以て、完全に正常なる生育状態とは云ひ難し。大麥は磷酸鐵の場合に於けると同様に優良なる發育を示し、枸橼酸鐵の添加量が養液一立に對し Fe_2O_3 とし10珎以上なるとき最高收量を現せり。

硫酸第一鐵の場合に於ては、水稻は添加量少き諸區特に5珎區に於ては最も健全なる葉色を呈し、三鐵鹽の何れの區よりも優秀なる收量を示したり(第一圖参照)。然れどもその分量多きに從ひ急激に惡變するを見る。故に該鹽は水稻に對する鐵源として適量の範圍狭きものにして、この點特に注目を要すべし。大麥は水稻の場合に反し各區とも他の二鹽に比して生育劣り何れの量に於ても正常の生育を示さず收量も劣れるを見る。

なほ培養液のpH値は添加鐵鹽の種類により時日の経過に伴ひて變化する状態を異にせるを見る。即ち第二表に於て示すが如く枸橼酸鐵を添加せる

第二表 各種鐵鹽による培養液のpH値移動状態
Table II. Change of pH value in nutrient solution by various iron sources.

一立中 Fe_2O_3 の添加量 Fe_2O_3 mg added per litre.	四日間 に 於ける 培養液 pH 値の變化 Change of pH value of solution in 4 days culture.					
	磷酸鐵區 Ferric-phos.		枸橼酸鐵區 Ferric-cit.		硫酸第一鐵區 Ferrous-sul.	
	10th—14th	14th—18th	10th—14th	14th—18th	10th—14th	14th—18th
0.1	5.5—5.6	5.5—5.5	5.5—5.5	5.5—5.4	5.5—5.4	5.5—5.2
1.0	5.5—5.5	5.5—5.5	5.5—5.4	5.5—5.4	5.5—5.0	5.5—4.9
5.0	5.5—5.5	5.5—5.5	5.5—5.8	5.5—5.7	5.5—4.2	5.5—4.4
10.0	5.5—5.6	5.5—5.5	5.5—5.9	5.5—5.8	5.5—4.1	5.5—4.2
25.0	5.5—5.6	5.5—5.3	5.5—6.5	5.5—6.4	5.5—3.8	5.5—3.8
50.0	5.5—5.5	5.5—5.5	5.5—6.7	5.5—7.0	5.5—3.7	5.5—3.7
無植物 (No plant)	—	5.5—5.5	—	5.5—6.4	—	5.5—4.2

場合に於ては培養液のpH値は次第に高まる傾向を示すに反し、硫酸第一鐵を添加せる場合は漸次低下する傾あり。また磷酸鐵の場合はpH値の變化は極めて少なきを見たり。而して前述の如く大麥に對しては特に硫酸第一鐵が鐵源として不利なる理由に就きて考ふるに、亞酸化物としての作用もその一因ならんも、培養後の反應が漸次酸性に變化するのみならずこの場合の如きアンモニア鹽を含有する液に於ては選擇吸收により一層その程度を高むる事が特に大麥に對し前記の如き結果を生ぜるには非ざるか。

本實驗の結果に就て見れば先に觀察せる如き磷酸及び石灰の濃度高きに

よる水稻の生育阻害作用は主として鐵成分供給上に關する支障に起因するものと考ふることを得べし。たゞこの場合に於けるが如き磷酸及び石灰の濃度高き培養液に於ては可溶性鐵鹽の如何なる分量を添加するも、その障害を完全に救治することは不可能なるにより、水稻を全く健全に生育せしめんとするには結局前報に述べたるが如く、水耕液の磷酸濃度を低下せしむることを以て基礎的に必要なる條件となすものの如し。

(2) 磷酸の濃度低き培養液に於ける 鐵成分 (實驗 A2)

前掲の實驗 A1 に次で、更に磷酸の濃度低き液、即ち前報の場合に水稻の生育に好適なりし培養液を用ひて、前實驗に於けるごとく同様な鐵鹽の種類及び分量を以て試験を行ひたり。その培養液の組成は第三表の如し。

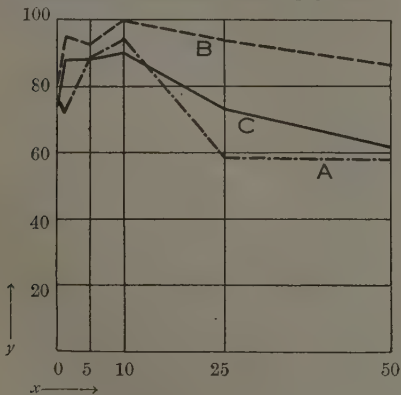
第三表 培養液一立中に於ける鹽類の量 (mg)

Table III Salts contained in mg. per litre of solution.

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	KNO_3	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$
57.9	59.1	35.9	65.0	17.1

第二圖 磷酸濃度低き養液に於ける水稻の
生育と鐵鹽との關係

Fig 2. Relation between iron salts and growth of rice cultured in the solution of low P_2O_5 content.



註(Notes) x.....一立中に添加したる Fe_2O_3 mg 量
(Fe_2O_3 mg added per litre)

y.....生育程度 (Relative growth)

A.....硫酸第一鐵 (Ferrous sulphate)

B.....枸橼酸鐵 (Ferric citrate)

C.....磷酸鐵 (Ferric phosphate)

大正十五年十月二日注意して選拔せる水稻苗(無芒愛國、草長7.5—8.0匁)を三本宛 250 cc 容瓶に移植し、四瓶を以て一區せしたり。而して培養方法は前實驗 A1 と全く同様にして、三十日間培養したる後植物を採取し之が調査を行ひたり。その結果は第四表及び第二圖に示すが如し。

供試植物の生育狀況並に採取植物調査の結果を見るに、この場合に於てい試験施行の時期稍後れたるを以て概して生育緩慢なりしが、何れも健全なる發育を遂げ葉部に斑點の現はるることなく、また葉末の枯凋するが如き病徵更に現れざりき。

第四表 收穫物調査成績

Table IV. Yield of rice plants grown for 30 days in the solutions with various amounts of iron in the case of low phosphoric acid content.

培養區別 Culture series		草 長 Length of tops, cm.	根 長 Length of roots, cm.	莖葉乾物量 Dry wt. of tops, mg.	根乾物量 Dry wt. of roots, mg.	全乾物量 Total dry wt., mg.	全乾物比較 數 量 Rel. dry wt. %
鐵鹽の種類 Fe salts	Fe ₂ O ₃ mg per litre						
磷 酸 鐵 Fe-phos.	0.1	23.3	12.2	132	44	176±13	74.3
	1.0	24.5	12.6	161	47	208±13	88.0
	5.0	25.6	12.6	159	50	209± 8	88.1
	10.0	25.3	12.9	163	51	214± 7	90.2
	25.0	23.4	12.1	132	42	174±17	73.5
	50.0	22.4	11.6	111	35	147± 6	62.0
枸 櫞 酸 鐵 Fe-cit.	0.1	24.1	12.2	148	42	190± 2	80.2
	1.0	23.1	14.3	170	56	226± 5	95.4
	5.0	26.1	13.1	165	55	220±16	92.9
	10.0	26.8	12.5	174	63	237± 4	100.0
	25.0	26.0	10.3	166	57	223± 9	94.2
	50.0	25.4	10.4	148	57	205± 6	86.6
硫酸第一鐵 Ferrous sulph.	0.1	24.5	11.8	142	41	182± 5	77.0
	1.0	22.4	13.2	124	49	172±12	72.7
	5.0	25.3	12.6	157	52	209± 6	88.2
	10.0	25.6	11.1	173	50	223±10	94.2
	25.0	21.0	9.2	99	40	139± 5	58.6
	50.0	20.2	6.2	99	39	138± 4	58.1

備考: (Note) 表中數字は水稻 3 本の數量 (The data are for 3 plants)

その各區に就きて述べんに、磷酸鐵區に於ては0.1珎區及び50珎區は稍黃色を帶びたるが他は何れも正常なる生育を遂けたるを見る。枸櫞酸鐵區は各區とも殆んど同様の生育並に收量を見たり。而して硫酸第一鐵區に就きて見るに0.1珎區は稍黃色を呈し鐵不足の状態を呈し、25珎及び50珎の兩區は著しく生育並に收量劣るを見る。

之を要するに磷酸鐵の如き不溶性の鐵源を以てするも、磷酸の濃度低き培養液に於ては鐵源として可溶性鐵鹽を用ひたる場合に殆んど劣らざる成績を得たり。また枸櫞酸鐵はその分量による生育上の差異最も少く、且つ最も優秀なる收量を示したり。故に鐵源としては最も安全なるものとすべし。更に硫酸第一鐵は分量により生育上に大なる差異を示すことは實驗A1と同様にして鐵源として危險性を有することを認む。而して何れの鐵鹽も5珎より10珎を以て適量とすが如く、且つその適量に於ては何れの鐵鹽を以てするも收量上の差異極めて少きを見たり。

次にこの實驗に於て特に注目すべきは、可溶性の枸櫞酸鐵及び硫酸第一

鐵の諸區の中鐵分多き25甁及び50甁の兩區に於て、水稻根部が鐵分を以て赤褐色なる事實なりとす。而して培養液の反應に對して正反對に作用せる(第二表參照)兩鐵鹽の區に於てこの現象が現はれし事實より考察するに、根部の着色は pH 値の如何に拘らず單に培養液中に於ける溶存鐵量多き場合に起るものと考ふるを得べし(水田に於ても水稻根の着色を見るは水田狀態に於ては溶解せる鐵量多きに因るべし)。

(3) 培養液に於ける石灰及び苦土量と鐵成分 (實驗 A3)

前報[21]に於て磷酸の濃度高き培養液に於ては特に石灰及び苦土の含量によりて水稻の生育に差異を示すことを述べたるが、その場合の實驗に於ては鐵源としては磷酸鐵を用ひたるに過ぎざりしにより、更に實驗 A1 及び A2 に倣ひ、可溶性の鐵鹽を使用し鐵分の供給を潤澤にして、前報に於けるが如く磷酸濃度高き液を用ひ石灰及び苦土の量を種々に變じて實驗を試みたり。その培養液としては前報第六表に於ける石灰區、石灰苦土區、苦土區

第五表 收穫物調査成績

Table V. Yield of rice seedlings grown for 30 days in the solutions* with different amounts of CaO and MgO, using soluble Fe-citrate as the iron source.

培養區別 Culture series			草 長	根 長	莖葉乾物量	根乾物量	全乾物量	全乾物比較
鐵 鹽 Fe-salts	Fe ₂ O ₃ , mg. per litre	石灰苦土比 CaO:MgO	Length of tops, cm.	Length of roots, cm.	Dry wt. of tops, mg.	Dry wt. of roots, mg.	Total dry wt., mg.	數 Rel. dry wt. %
枸橼酸鐵 Fe-Cit.	0.1	6:1	27.6	13.4	93	25	118±5	45.1
	1.0		32.9	14.4	141	31	172±13	65.9
	10.0		32.6	12.4	139	33	172±3	65.8
	50.0		35.3	7.5	138	33	171±13	65.4
	0.1	3.5:3.5	35.0	14.1	154	34	188±12	72.1
	1.0		36.6	13.4	188	42	230±19	88.3
	10.0		36.2	12.8	149	33	182±6	70.0
	50.0		40.8	7.9	202	44	246±16	94.3
	0.1	1:6	40.5	13.1	213	46	258±5	99.0
	1.0		38.5	14.9	216	45	261±18	100.0
	10.0		40.1	12.6	206	42	247±16	94.9
	50.0		37.9	8.2	188	39	227±15	87.2
磷酸鐵 Fe-phos.	0.1	6:1	21.8	11.4	60	17	77±8	29.6
	1.0		21.4	14.1	61	17	78±3	29.8
	10.0		21.2	12.0	49	15	64±2	24.6
	50.0		20.9	12.5	49	16	65±4	25.1

備考: (Notes) 表中數字は水稻 3 本の數量 (The data are for 3 plants)

* No VI solutions given in Table VI of the previous paper [21]

何れも第VI液を使用し、その添加量は一立中 0.1、1.0、10.0、50.0 瓩の四通せり。而してその施行の時期及び方法等は實驗 A1 の場合と同一なり。その培養後の採取植物に就て調査せる結果は第五表の如し。

供試植物の生育狀況並に採取後の調査の結果を概括するに、石灰區は葉部稍や黄色を呈し、且つ赤褐色の斑點を生じたるも、石灰苦土區及び苦土區には斑點を見ず。而して苦土區は三種の區別中最も生育狀態よく收量も大なりき。石灰區は之に反し最も不良の生育狀態にして收量最も劣りたり。即ちこの場合に於けるが如き磷酸の濃度 P_2O_5 をして(約 150 p.p.m.)に於ては、如何に可溶性の枸橼酸鐵を以て可溶鐵分の増加を圖るも、石灰多量區は苦土多量區に比し水稻の生育は劣ることを知る。

水耕液に於ける水素イオン濃度

(1) 磷酸の濃度と水素イオン濃度 との關係(實驗 B1)

以上の諸實驗は何れも培養液の pH 値を 5.5 に修正したる場合なりしが、茲には pH 値の異なる場合に於ける磷酸濃度の水稻生育に及ぼす作用に就きて述べん。

培養液としては第六表に於けるが如き三種の磷酸濃度を異にせる液を用ひ、鐵源としては磷酸鐵を以て一立中 8 瓩の割合に添加し、而して之等三種の液の各に就きて、pH 値を夫々 4、7、9 とせる區を設け以て培養試験を試みたり。その pH 値の矯正には硫酸及び苛性加里液を用ひ比色法[12]により施行したり。

第六表 培養液一立中に於ける鹽類の量 (mg.)

Table VI. Salts contained in mg per litre of solution.

培養液の區別 Solution.	K_2SO_4	$(NH_4)NO_3$	$Ca(NO_3)_2$	$Mg(NO_3)_2$	$MgH_4(PO_4)_2$	$CaH_4(PO_4)_2$	$(NH_4)_2H_2PO_4$
磷酸少量 Low phos. acid	25.4	46.8	83.9	54.1	31.9	—	—
„ 中量 Medium „ „	„	„	71.9	—	111.6	17.1	—
„ 多量 High „ „	„	23.4	—	—	„	119.7	33.6

大正拾五年八月四日水稻苗(無芒愛國、草長 9—10 種)を選び三本宛 250 cc 容瓶に移植し、四瓶を以て一區とし二十四日間培養したる後植物を採取して

調査を行へり。その成績は第七表に示すが如し。

第七表 收穫物調査成績

Table VII. Yield of rice seedlings grown for 30 days in the solutions with various amounts of phosphoric acid at three different pH values.

培養區別 磷酸量 Phos. acid.	Cul. series pH	草 長	根 長	莖葉乾物量	根乾物量	全乾物量	全 乾 物 比較數量
		Length of tops, cm.	Length of roots, cm.	Dry wt. of tops, mg.	Dry wt. of roots, mg.	Total dry wt., mg.	Relative dry wt., %
少 量 區 Low	4	47.7	12.2	334	60	394	100.0
	7	17.0	7.0	69	21	89	22.7
	9	15.5	6.5	64	19	83	20.9
中 量 區 Medium	4	45.6	12.0	259	50	309	78.5
	7	15.8	7.3	64	19	83	20.9
	9	14.0	8.0	57	19	76	19.3
多 量 區 High	4	37.9	11.3	180	31	212	53.7
	7	15.5	6.2	63	19	82	20.8
	9	15.8	7.7	63	19	82	20.8

備考: (Note) 表中數字は水稻 3 本の數量 (The data are for 3 plants)

實驗結果を概括するに、pH7及びpH9區は磷酸量の如何に拘らず一様に生育全く阻害され乾物收量に於ても亦極めて劣れるを認めたり。而してpH4區に於ては他のpH7及びpH9の各區に比し生育優り、殊に磷酸量少きに從ひ良好の生育を認めたり。之によりて考ふるにpH4に於て斯くの如く磷酸の濃度により生育上の差異を見るは、pH4に於ても有效鐵分の量が最小因子として作用するによるものなるべし。從てpH7に於ける生育阻害状態は全く有效鐵分の缺乏による影響を見るを得べし。此の如く磷酸鐵を鐵源とする場合に於ては鐵の有效度に關する考慮を特に要するものさず。

(2) 水耕液の水素イオン濃度と 水稻の生育との關係 (實驗 B2)

既に述べたるが如き水稻の磷酸濃度並に鐵成分に關する特異性に鑑み、之に對する特殊の考慮を用ひて水素イオン濃度と水稻生育との關係に就きて實驗を試みたり。その培養液は第十六表のBIV液にして、鐵鹽は枸橼酸鐵を以てし Fe_2O_3 として一立中5珥宛の割合に添加したり。而してQuinhydrone電極法[2]によりpH値を硫酸及び苛性加里液を以て8.5, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2.5に調整し、之等の8區に就きて試験せり。

昭和三年八月二日供試苗(無芒愛國、草長9—9.3種)を二本宛250cc容瓶に移植したり。而して二瓶を以て一區とし、30日間培養を續けたり。培養期間

中は隔日に液の更新を行ひ、以て pH 値の變化の影響を少なからしめ、且つ pH 値の測定は毎日行ひたり。而して培養後の收穫物調査成績並に毎日 に於ける pH 値は第八表及び第九表の如し。

第八表 收穫物調査成績

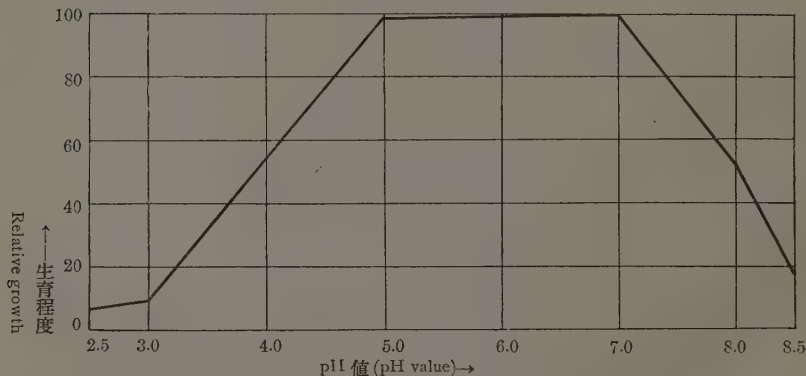
Table VIII. Yield of rice seedlings grown for 30 days in the solutions with different pH values.

培養區別 Culture series	草 長 Length of tops, cm.	根 長 Length of roots, cm.	莖葉乾物量 Dry wt. of tops, mg.	根乾物量 Dry wt. of roots, mg.	全乾物量 Total dry wt. mg.	全乾物量比較 數 Relative dry wt., %
pH 2.50	11.0	2.7	26	20	46	6.3
„ 3.00	13.5	3.8	44	23	67	9.3
„ 4.00	33.9	14.0	296	87	383	53.8
„ 5.00	38.0	14.8	553	152	705	99.0
„ 7.00	41.5	15.5	570	143	713	100.0
„ 8.00	31.6	13.5	285	87	372	52.2
„ 8.50	19.1	9.8	90	35	125	17.6

備考: (Note) 表中數字は水稻 2 本の數量 (The data are for 2 plants.)

第三圖 水素イオン濃度と水稻幼植物の生育との關係

Fig. 3. Relation between hydrogen ion concentration (pH value) and growth of young plants of rice.



本實驗の概況に就きて述べんに、移植後六日目頃より漸く各區間に生育上の差異を示すに至り、pH 値 5、6、7 の各區は他區に比して良好なるに至れり。その後十日目頃に於ては pH 7、及び 8 の兩區は全區中優良に認められしが稍葉部に黃色を帶べるを認めたり。十三日目頃に至りて pH 値 8 區は稍劣るに至り、十六日目頃に至り pH 値 5 區は漸次優良となり、pH 値 7 區も同様の生育狀態にして全區中最も良好の如く認められたり。pH 6

第九表 水稻培養期間中に於ける pH 値の變化

Table IX. Daily change of pH value in the solutions * with different
pH values—the experiment for the influence of
pH value on the growth of rice seedlings.

液の更新 Change of sol.	日 時 Date	pH 2.50	pH 3.00	pH 4.00	pH 5.00	pH 7.00	pH 8.00	pH 8.50
I	Sept. 2	2.57	3.07	3.96	5.09	7.03	8.09	8.52
	3	2.60	2.96	4.23	5.37	6.85	7.41	7.82
	4	2.68	3.52	4.06	5.23	6.85	7.44	7.59
II	4	2.62	3.14	3.89	5.09	6.93	7.94	8.56
	5	2.60	3.50	3.86	5.40	7.09	7.19	7.68
	6	2.49	2.91	3.46	4.90	6.52	6.86	7.40
III	6	2.50	2.90	4.05	5.05	7.00	8.00	8.44
	7	2.47	2.81	4.66	5.44	6.90	7.55	7.83
	8	2.46	3.12	3.87	5.40	6.14	7.43	8.01
IV	8	2.47	3.00	4.05	5.01	7.03	7.97	8.72
	9	2.53	3.30	4.66	5.37	6.74	6.97	7.67
	10	2.66	3.21	4.05	4.72	6.20	6.79	7.23
V	10	2.45	3.04	4.01	5.04	7.03	8.01	8.60
	11	2.57	3.38	4.06	4.95	6.50	7.20	7.72
	12	2.53	3.16	4.47	4.65	5.44	6.47	7.62
VI	12	2.53	3.04	4.05	5.04	7.00	8.02	8.61
	13	2.61	3.50	4.05	4.77	6.78	7.19	8.30
	14	2.59	3.16	4.00	4.19	6.73	7.02	8.20
VII	14	2.54	3.07	4.05	5.02	7.03	8.09	8.56
	15	3.83	3.48	4.34	4.30	7.04	7.08	8.22
	16	2.66	3.09	4.12	4.02	6.54	6.79	8.20
VIII	16	2.57	3.02	4.05	5.02	7.00	8.05	8.56
	17	2.59	3.16	4.05	4.24	6.45	6.87	7.78
	18	2.53	3.16	3.75	3.83	6.76	6.06	7.68
IX	18	2.53	3.04	4.09	5.02	7.00	8.05	8.56
	19	2.55	3.04	3.94	3.82	5.54	6.13	8.41
	20	2.49	2.93	3.76	3.67	4.88	4.86	7.70
X	20	2.58	3.00	4.01	5.03	7.06	8.07	8.75
	21	2.55	2.97	3.99	4.85	5.58	6.44	7.82
	22	2.65	3.15	3.84	3.75	5.15	5.84	7.43
XI	22	2.57	3.03	4.08	5.01	6.90	8.03	8.58
	23	2.66	3.05	4.21	3.91	6.31	6.42	7.36
	24	2.64	3.10	3.74	3.44	5.41	5.82	7.09
XII	24	2.58	3.04	4.06	5.03	7.02	8.02	8.75
	25	2.64	3.18	3.78	4.03	6.16	6.48	7.58
	26	2.76	3.04	3.65	3.64	6.03	6.87	6.89
XIII	26	2.58	3.04	4.01	5.03	7.06	8.02	8.45
	27	2.66	3.03	3.87	3.84	5.80	6.38	7.64
	28	2.70	3.17	3.66	3.36	5.69	6.50	6.74
XIV	28	2.53	3.04	4.05	5.04	7.00	8.02	8.52
	29	2.61	3.17	3.67	3.86	5.95	6.29	6.93
	30	2.61	2.49	2.93	3.00	5.45	6.04	6.36

第九表 續き (Table IX continued)

液の更新 Change of sol.	日 時 Date	pH 2.50	pH 3.00	pH 4.00	pH 5.00	pH 7.00	pH 8.00	pH 8.50
XV	30	2.53	3.04	4.08	5.01	7.03	8.03	8.50
	31	2.46	3.15	3.67	3.96	6.19	6.67	7.13
	Oct. 1	2.75	3.20	3.74	3.76	6.84	6.29	6.53
平均 pH値	初日 Av. Initial	2.54	3.03	4.03	5.04	7.01	8.03	8.58
	二日目 pH Inter.	2.60	3.18	4.07	4.54	6.39	6.82	7.73
	終日 value Final	2.61	3.09	3.81	4.10	6.04	6.47	7.38
總 平 均 pH 値 (Total av. pH)		2.58	3.10	3.97	4.56	6.48	7.11	7.89

Note: * B No IV solution given in Table XVI.

區は何等かの障害により次第に生育状態不良となり、葉部は枯稠するに至れり。此現象に關しては ROBBINS [28] 及びその他の多くの學者により認められたる Double maximum curve の中間低位部さも考へらるるも、果して然るや否や明ならざるを以て之を成績表より除外したり。

之を要するに、水稻の生育は水耕原液の pH 値 5 より 7 の間に於て最も良好にして、この限界を超へて pH 値の増減するに従ひ順次障害せらるるものとす。之の關係を圖示せば第三圖の如し。

上述の如く水稻生育に對してアルカリ側に於ては pH 7 を限界とするも、水稻の如き鐵成分に對して特に鋭敏なる植物に於ては、pH 値高き側に於てはその直接作用の外、夫に伴ひて鐵分の不足を來すが故に pH 高き側に於ける眞の限界を決定するには水稻の特異性に就きて充分の考慮を必要とす。之に反し pH 値低き側に於ける pH 値の水稻に對する影響は他の因子によりて妨けらるる事少く本實驗の結果に依ればその限界は pH 値約 5 なり。而してこの點は長谷川氏 [13] の得たる結果とも一致せり。

前述の如く本實驗に於ては隔日に即ち約 48 時間毎に培養液の更新を行ひたり。而して第九表に於ては培養期間中に於て培養液の一回更新毎に夫等培養液の原液(最初)及び根に接觸してより 24 時間後(二日目)及び同じく 48 時間後(三日目最後)の三回宛測定したる各 pH 値を表示したり。表に於て見るが如く水耕液が根部に接觸するや直ちに培養液の pH 値に變化を始むるが如く 24 時間後 48 時間後に於ては原液とは可なり異なる pH 値を示す。斯くの如く實際に於て根が接觸したる pH 値は水耕原液の pH 値なりとするを得ず。今實際に於て根が接觸したる pH 値を刻々變化せる pH 値の平均 pH 値とすれ

ばpH5の區に於ける植物は表示せるが如く三回測定(原液及び24時間、32時間後)の平均pH値4.54の影響を受けしことを考へらる。

水耕植物の根に於ける還元作用

從來植物根の還元的作用は多くの學者に依りて認められ、その原因に就きても種々の學說あり。今之を大別すれば次の如し。

- 1) 根部に還元作用ありとするもの——SCHREINER and SULLIVAN[31]は小麥根が硝酸鹽溶液に於て該鹽を還元し、亞硝酸を生成するを報じ、また最近 KUDRJAWZEVA[22]は多くの植物に就きて水耕培養を行ひ培養液中に多量の亞硝酸の生成せるを観察し、植物根が酸素の缺乏により硝酸を亞硝酸に還元せるものなりとしたり。
- 2) 植物根が硝酸鹽を還元する作用は細菌によるものとするもの——DAVIDSON[4]及びSCHMUCK[30]等は小麥根が硝酸を還元する作用は細菌の作用によるものとしたり。
- 3) 植物根は硝酸鹽を還元する物質を營養液中に滲出するものとするもの——LYON and WILSON[24]はSCHREINER等の實驗に於ては殺菌操作の不完全なる事を指摘し、氏等は無菌培養法を以て玉蜀黍を或る時間培養せる液に就きて硝酸還元物質の存在を確めたり。

著者は水稻の生理的特性に關する試験に際し水稻根は硝酸を還元する作用なきに反し、大麥は顯著に還元作用を示すことを觀察せるに依り、之に就きて更に精密なる實驗を行はんとして、水稻及び大麥の硝酸還元作用に關する比較試験を試みたり。

(1) 水稻及び大麥幼植物根の硝酸還元作用並に窒素の吸收狀態(實驗C1)

先づ水稻及び大麥幼植物の水耕培養に於ける硝酸の還元作用並に窒素の吸收狀態を明にせんため、第六表に於ける磷酸少量區の培養液に依り鐵源としては磷酸鐵を用ひ、一定時間培養後培養液中に残留せる硝酸、アンモニア並に液中に生成せられたる亞硝酸の定量を行ひたり。

大正拾五年九月十五日水稻苗(草長13—14 匁)及び大麥苗(草長約14 匁)を三本宛250cc容瓶に移植し、一週に二回の液の更新を行ひたり。而して培養す

るこ二十數日に及び水稻及び大麥何れも正常にして健全なる生育を遂げたるを以て、先づ豫備實驗として之に就て亞硝酸の檢出を試みたり。その結果、大麥培養に於ては極めて多量の亞硝酸の生成せるを見たるが、水稻培養液に於ては痕跡も認められざりき。依りて更に實驗を進め、十月二十一日午前九時水稻及び大麥各六瓶に就きて同時に液の更新を行ひ、而して32時間、72時間、100時間後に水稻、大麥共に二瓶宛液の更新を行ひ、夫等各時間培養したる液に就きて硝酸、アンモニア、亞硝酸の定量を行ひたり。之を第一回實驗とす。次に第一回實驗に於て100時間後に液を更新せる後、更に24時間後に於て六瓶全部同時に培養を終了して植物を採取し夫等の培養液に就きて第一回實驗同様の定量を試みたり。之を第二回實驗とす。即ち第二回實驗に於ては24時間、53時間、93時間培養せる液に就きて試験せるこころなれり。その分析結果を擧ぐれば第十表の如し。

第十表 水稻大麥の水耕期間中液中に於ける窒素成分量の變化

Table X. Change of nitrogen content in the culture solutions in the culture of rice and barley.

實驗番號 Exp. No.	區別 Cul. No.	培養時間 Time of cul., hours	N ₂ O ₅ (mg/100 cc)		NH ₃ (mg/100 cc)		N ₂ O ₃ (mg/100 cc)	
			水稻(Rice)	大麥(Barley)	水稻(Rice)	大麥(Barley)	水稻(Rice)	大麥(Barley)
實驗第一 Exp. 1	I	32	8.88	2.56	0.208	0.046	trace	1.750
	II	72	7.00	0.34	0.015	0.035	"	0.020
	III	100	3.91	trace	0.009	0.047	"	trace
實驗第二 Exp. 2	III	24	9.31	5.13	0.070	0.055	"	0.148
	II	53	8.26	0.85	0.014	0.047	"	0.023
	I	93	7.46	trace	0.011	0.053	"	trace

備考: 1) 原液 100cc 中窒素量 mg.

Notes: Nitrogen content in 100cc of original solution

N₂O₅

12.62 mg

NH₃

0.995 mg

N₂O₃

0

2) 定量法 Methods of determination:

N₂O₅..... Phenol disulphuric acid method,

NH₃..... Nessler's method,

N₂O₃..... Griess' method.

3) 實驗直後採取せる供試植物の全乾物量

Total dry weight in grams of plants at the close of culture experiment.

Rice(水稻) No I.....1.124, No II.....1.003, No III.....1.139

Barley(大麥) No I.....1.536, No II.....1.417, No III.....1.441

その結果によればこの場合に用ひし水耕原液中亞硝酸は痕跡なりしが大麥の培養液中には單時間に多量の亞硝酸の生成せるを見たり。然るに水稻の培養液中には全く該酸の生成を認めず。之に依つて見るに水稻根は還元

的作用なきことを知る。

茲に於て著者は大麥の場合に於ける亞硝酸の生成が細菌の活動に由來するや否やを決定せんとして、前述の水耕に於けるさ同一の養液を寒天に混じて培養基を作り、大麥の無菌培養を行ひ、以て培養基中の亞硝酸の検出を試みたり。然るにこの場合に於ては培養基中に亞硝酸の生成せざることを確め得たり。之によつて見れば大麥水耕培養に於て亞硝酸が生成せらるるは主として細菌の作用によるものと推定せらる。

なほ第十表に於て、水稻と大麥とが窒素の吸収状態に關し明なる差異を示せることを認め得べし。即ち大麥は硝酸に就きては痕跡迄も吸収すれども、アンモニアに就きては或る程度迄吸収し未以上は殆んど吸収せざるが如し。之に反し水稻は硝酸に就きては大麥よりも徐々に吸収すれども、アンモニアに對しては大麥の吸収し得ざる量迄も吸収するが如し。

(2) 開花成熟期に於ける水稻根の 還元的作用 (實驗 C2)

前掲の實驗 C1 に於て觀察せるが如き幼植物に於ける根部の還元的作用に關聯して、更に水稻の開花成熟期に於て同様の實驗を試みたり。その培養液としては第十六表に於ける BIV 液を用ひ、鐵鹽としては枸橼酸鐵を以て Fe_2O_3 として一立中 5 瓩の割合に添加したり。

六月十三日水稻苗(無芒愛國草長 6.0—6.5 糎)を選び三本宛 250cc 容瓶に移し、七月十二日に至り 800cc 容器に移し、更に七月二十七日に至りて 2000cc 容器に移せり。而してこの際磷酸倍量區(前記基本液の磷酸を倍量とし夫に相當量の硫酸及び硝酸を減じたる液)を作り、之と前記基本液との二種の液に培養を試みたり。この實驗に於ける水稻の生育状態は何れの區に於ても順調なりき。供試植物の生育進むに従ひ、7 月 2 日、13 日、20 日、23 日、8 月 11 日、22 日等に於て亞硝酸の定性的検出を試みたるが、何れも陰性の結果を得たり。然るに 9 月 3—4 日に至りて培養中に亞硝酸の生成を見たるを以て更に 9 月 14 日午前 9 時—午後 3 時間の該酸生成量を定量したり。その結果に依れば標準區に於ては 100cc 中 N_2O_3 として 0.3 瓩、また磷酸倍量區に於ては 0.7 瓩の亞硝酸を生ぜり。而して無植物の對照區に於ては何れも痕跡以上には見出し得ざりき。更に翌朝該水耕液より再び試料を採取して試験

したるに何れも痕跡以上には存せずして全く消失せるを認めたり。

(3) 水稻及び大麥の根が硝酸並に亞硝酸
の各單鹽溶液に及ぼす作用(實驗C3)

前實驗C2に次で更に單鹽即ち硝酸鹽及び亞硝酸鹽溶液中に苗の根部を浸したる場合に於て、その液中に於ける硝酸及び亞硝酸の量が如何なる變化を來すべきかに就て實驗を行ひたり。

水稻無芒愛國の苗(草長11匁)を二本宛採り、硝酸曹達及び亞硝酸加里の溶液を充たせる硬質試験管に根部を浸し、二日間硝子室内に放置したる後兩液に就きて硝酸及び亞硝酸を定量し、且つ大麥に就きても同様の試験を試みたり。その結果は第十一表の如し。

第十一表 植物根の硝酸及び亞硝酸單鹽溶液に及ぼす影響

Table XI. Change of nitric and nitrous acids content in their single salts solutions by the root.

植物種類 Kind of plant	原液成分量 Original content of N_2O_3 and N_2O_5 mg in 100 cc	二日間根部に接觸せる後に於ける硝酸及び亞硝酸鹽溶液の成分變化量 Nitric and nitrous acids content in the sol. after 2day's contact with the root.			
		亞硝酸 Nitrous acid, mg. in 100cc	硝酸量 Nitric acid, mg. in 100cc		
		植物區 (plant)	無植物區 (No plant)	植物區 (plant)	無植物區 (No plant)
水稻 Rice	亞硝酸加里 0.250	trace	0.250	trace	trace
	液 K-nitrite 0.500	trace	0.500	trace	0.125
	sol. 2.500	1.250	2.500	0.250	0.375
	5.000	4.200	5.000	0.600	0.650
	硝酸曹達液 0.250	0	0	trace	0.250
	Na-nitrate 0.500	0	0	trace	0.500
	sol. 2.500	0	0	1.000	2.500
	5.000	0	0	3.400	5.000
大麥 Barley	亞硝酸加里 0.250	trace	0.100	trace	trace
	液 K-nitrite 0.500	0.020	0.300	trace	0.100
	sol. 2.500	1.250	2.500	trace	0.140
	5.000	3.125	5.000	0.180	0.460
	硝酸曹達液 0.250	trace	0	trace	0.250
	Na-nitrate 0.500	trace	0	trace	0.500
	2.500	0.125	0	0.200	2.500
	5.000	0.375	0	1.050	5.000

本實驗の成績を見るに、單鹽溶液に於ても水耕液に於けるに同様に、根部の亞硝酸を生成する作用に於て水稻、大麥間に大差あり、即ち大麥根を硝酸曹達液に浸す時は多量の亞硝酸生成せらるるも水稻の場合に於ては全く該酸の生成を認めず。また兩植物根部は亞硝酸加里液に對しては著しき差異を示さざりき。

水稻水耕液の合理的組成

以上諸實驗の結果並に前報所載の事實を基礎として、水稻水耕液に於ける各種營養成分の合理的配合を知らんがため次の試験を行ひたり。即ち第一に鹽基の配合に關する實驗を行ひ、次でその結果による優良なる鹽基の配合割合を基礎として酸基の配合に就き實驗したり。

鹽基成分の配合に關する試験に於てはその場合の酸基成分を各試験區に

第十二表 培養液の組成
Table XII. Compositions of culture solutions.

養液番號 Sol. No.	鹽基成分の分子比 Mol. prop. of basic components.				一立中の鹽基成分量 Amounts of basic components per litre(mg)			
	CaO	MgO	K ₂ O	2NH ₃	CaO	MgO	K ₂ O	NH ₃
I	1	1	1	5	10.2	7.4	17.2	31.1
II	1	1	2	4	"	"	34.4	24.9
III	1	1	3	3	"	"	51.6	18.7
IV	1	1	4	2	"	"	68.8	12.4
V	1	1	5	1	"	"	86.0	6.2
VI	1	2	1	4	"	14.7	17.2	24.9
VII	1	2	2	3	"	"	34.4	18.7
VIII	1	2	3	2	"	"	51.6	12.4
IX	1	2	4	1	"	"	68.8	6.2
X	1	3	1	3	"	22.1	17.2	18.7
XI	1	3	2	2	"	"	34.4	12.4
XII	1	3	3	1	"	"	51.6	6.2
XIII	1	4	1	2	"	29.4	17.2	12.4
XIV	1	4	2	1	"	"	34.4	6.2
XV	1	5	1	1	"	36.8	17.2	6.2
XVI	2	1	1	4	20.5	7.4	17.2	24.9
XVII	2	1	2	3	"	"	34.4	18.7
XVIII	2	1	3	2	"	"	51.6	12.4
XIX	2	1	4	1	"	"	68.8	6.2
XX	2	2	1	3	"	14.7	17.2	18.7
XXI	2	2	2	2	"	"	34.4	12.4
XXII	2	2	3	1	"	"	51.6	6.2
XXIII	2	3	1	2	"	22.1	17.2	12.4
XXIV	2	3	2	1	"	"	34.4	6.2
XXV	2	4	1	1	"	29.4	17.2	6.2
XXVI	3	1	1	3	30.7	7.4	17.2	18.7
XXVII	3	1	2	2	"	"	34.4	12.4
XXVIII	3	1	3	1	"	"	51.6	6.2
XXIX	3	2	1	2	"	14.7	17.2	12.4
XXX	3	2	2	1	"	"	34.4	6.2
XXXI	3	3	1	1	"	22.1	17.2	6.2
XXXII	4	1	1	2	40.9	7.4	17.2	12.4
XXXIII	4	1	2	1	"	"	34.4	6.2
XXXIV	4	2	1	1	"	14.7	17.2	6.2
XXXV	5	1	1	1	51.2	7.4	17.2	6.2

第十三表 培養液一立中に於ける鹽類の量(珎)

Table XIII. Salts contained in mg. per litre of solutions.

培養區別 Cul. No.	(NH ₄) ₂ SO ₄	K ₂ SO ₄	MgSO ₄	NH ₄ NO ₃	KNO ₃	Mg(NO ₃) ₂	Ca(NO ₃) ₂	KH ₂ PO ₄
I	60.3	—	—	73.0	18.5	27.1	29.9	24.8
II	"	—	—	43.8	55.4	"	"	"
III	"	—	—	14.6	92.3	"	"	"
IV	48.2	15.9	—	—	110.7	"	"	"
V	24.1	47.7	—	—	"	"	"	"
VI	60.3	—	—	43.8	18.5	54.1	"	"
VII	"	—	—	14.6	55.4	"	"	"
VIII	48.2	15.9	—	—	73.8	"	"	"
IX	24.1	47.7	—	—	"	"	"	"
X	60.3	—	—	14.6	18.5	81.2	"	"
XI	48.2	15.9	—	—	36.9	"	"	"
XII	24.1	47.7	—	—	"	"	"	"
XIII	48.2	15.9	—	—	—	108.3	"	"
XIV	24.1	47.7	—	—	—	"	"	"
XV	"	15.9	22.0	—	—	"	"	"
XVI	60.3	—	—	43.8	18.5	27.1	59.9	"
XVII	"	—	—	14.6	55.4	"	"	"
XVIII	48.2	15.9	—	—	73.8	"	"	"
XIX	24.1	47.7	—	—	"	"	"	"
XX	60.3	—	—	14.6	18.5	54.1	"	"
XXI	48.2	15.9	—	—	36.9	"	"	"
XXII	24.1	47.7	—	—	"	"	"	"
XXIII	48.2	15.9	—	—	—	81.2	"	"
XXIV	24.1	47.7	—	—	—	"	"	"
XXV	24.1	15.9	22.0	—	—	"	"	"
XXVI	60.3	—	—	14.6	18.5	27.1	89.8	"
XXVII	48.2	15.9	—	—	36.9	"	"	"
XXVIII	24.1	47.7	—	—	"	"	"	"
XXIX	48.2	15.9	—	—	—	54.1	"	"
XXX	24.1	47.7	—	—	—	"	"	"
XXXI	"	15.9	22.0	—	—	"	"	"
XXXII	48.2	"	—	—	—	27.1	119.8	"
XXXIII	24.1	47.7	—	—	—	"	"	"
XXXIV	"	—	33.0	—	18.5	13.5	"	"
XXXV	"	15.9	22.0	—	—	—	149.7	"

一定とし、之を前諸實驗に基きて假りに一立中燐酸 P₂O₅ として13.0珎、硝酸 N₂O₅ として 98.8 珎、硫酸 SO₃ として 36.5 珎せり。而して各鹽基即ち石灰、苦土、加里、アンモニアに就きては第十二表及び第十三表に示せるが如き35種の配合を異にせる溶液を作りたり。

昭和二年六月十四日供試稻苗(無芒愛國葉長 7.7—8.8 糎)を三本宛 250cc 容瓶に移植し、三瓶を以て一區せしたり。鐵源としては枸橼酸鐵を以て Fe₂O₃ として一立中5珎を添加し、また pH 値の修正及び液の更新等は前實驗と同様

第十四表 收 穫 物 調 査 成 績

Table XIV. Yield of plant grown for 30 days in the solutions given in Tables XII and XIII.

培養區別 Culture No.	草 長 Length of tops, cm.	根 長 Length of roots, cm.	莖乾物量 Dry wt. of tops, mg.	根乾物量 Dry wt. of roots, mg.	全乾物量 Total dry wt., mg.	全乾物比較 數 量 Rel. dry wt. %
I	49.6	10.3	820	191	1011±35	83.1
II	49.6	10.5	936	202	1138±33	93.5
III	50.2	12.3	893	225	1118±50	91.9
IV	49.7	10.8	819	208	1027±35	84.4
V	48.5	13.8	842	275	1117±46	91.8
VI	49.8	11.7	798	169	967±34	79.5
VII	51.3	11.7	778	162	940±61	77.2
VIII	50.4	12.8	817	174	991±23	81.4
XI	50.3	13.3	952	245	1197±16	98.4
X	52.7	11.8	937	215	1152±85	94.7
XI	53.7	11.9	895	203	1098±67	90.2
XII	52.2	11.7	880	210	1040±30	85.5
XIII	51.4	12.2	840	199	1039±12	85.4
XIV	50.0	12.5	913	252	1165±56	95.7
XV	48.7	13.3	806	210	1016±21	83.5
XVI	51.0	11.7	790	145	935±36	76.8
XVII	52.0	11.2	895	209	1104±12	90.7
XVIII	50.5	12.0	851	220	1071±50	88.0
XIV	50.0	11.8	834	193	1027±42	84.4
XX	53.2	11.7	784	151	935±46	76.8
XXI	51.5	11.8	754	170	924±37	75.9
XXII	50.5	13.7	755	186	941±23	77.3
XXIII	53.0	12.3	980	237	1217±64	100.0
XXIV	51.3	12.0	836	196	1032±30	84.8
XXV	49.8	12.5	817	190	1007±33	82.7
XXVI	51.3	11.8	822	169	991±20	81.4
XXVII	51.1	11.2	887	223	1110±39	91.2
XXVIII	48.5	11.7	797	207	1004±21	82.5
XXIX	49.7	10.5	707	154	861±55	70.7
XXX	48.0	13.2	768	183	951±29	78.1
XXXI	47.5	12.5	763	200	963±15	79.1
XXXII	48.2	11.7	795	186	981±56	80.6
XXXIII	47.3	12.0	757	174	931± 9	76.5
XXXIV	47.7	12.5	777	183	960±39	78.9
XXXV	47.6	13.2	872	220	1092±31	89.7

備考: (Note) 表中數字は水稻 3 本の數量 (the data are for 3 plants)

になせり。移植後何れの區も順調なる生育を遂げ病的徴候を示すものなく、肉眼的の差異は殆んき認められざりき。培養するこゝ三十日の後供試植物を採取して調査を行ひたり。その結果は第十四表の示すが如し。

本實驗に於ける結果を總括するに、各區共何れも健全なる生育を遂けたるも收穫物乾量に於ては各區間に多少の差異を認めたり。然れども實驗誤

第十五表 培 養 基 の 組 成
 Table XV Compositions of culture solution.

培養液番號 Solution No.	酸 基 成 分 の 分 子 比 Molecular proportions of acidic components			一立中の酸基成分量 mg. per litre. Amounts of acidic components		
	SO ₃	N ₂ O ₅	P ₂ O ₅	SO ₃	N ₂ O ₅	P ₂ O ₅
I	6.50	1.00	0.50	95.0	19.7	13.0
A 及び B 液	6.00	1.50	"	87.7	29.6	"
III	5.00	2.50	"	73.1	49.3	"
A and B	3.75	3.75	"	54.8	73.9	"
solutions.	2.50	5.00	"	36.5	98.6	"
VI	1.50	6.00	"	21.9	118.3	"
VII	1.00	6.50	"	14.6	128.1	"
Espino's sol.	5.50	1.50	0.50	110.1	40.5	17.8

備考：上表溶液の鹽基成分比並びに其の分量(mg. per l.)

Note: Molecular proportions and amounts of basic components of the solutions:—

	CaO : MgO : K ₂ O : 2NH ₃				CaO	MgO	K ₂ O	NH ₃
A	1	2	4	1	10.2	14.7	68.8	6.2
B	2	3	1	2	20.5	22.1	17.2	12.4
Espino's	1.5	4.0	0.5	0.5	21.0	40.3	11.8	12.8

第十六表 培養液一立中に於ける鹽類の量 mg per l.

Table XVI Salts contained in mg. per litre of solutions.

養液區別 Sol. No.	(NH ₄) ₂ SO ₄	K ₂ SO ₄	MgSO ₄	CaSO ₄	NH ₄ NO ₃	KNO ₃	Mg(NO ₃) ₂	Ca(NO ₃) ₂	KH ₂ PO ₄
I	24.1	111.3	43.9	—	—	—	—	29.9	24.8
II	"	95.4	"	—	—	18.5	—	"	"
A	"	63.6	"	—	—	55.4	—	"	"
sol. III	"	23.9	"	—	—	101.5	—	"	"
IV	"	47.7	—	—	—	73.8	54.1	"	"
V	"	15.9	—	—	—	110.7	"	"	"
VI	"	—	—	—	—	129.2	"	"	"
VII	"	—	—	—	—	—	—	—	—
I	48.2	15.9	65.9	24.8	—	—	—	29.9	"
II	"	—	"	"	—	18.5	—	"	"
III	"	—	"	—	—	—	—	59.9	"
A	"	8.0	33.0	—	—	9.2	40.6	"	"
sol. IV	"	15.9	—	—	—	—	81.2	"	"
V	24.1	"	—	—	29.2	—	"	"	"
VI	"	—	—	—	"	18.5	"	"	"
VII	"	—	—	—	—	—	—	—	—
Espino's sol.	49.6	—	120.4	—	—	—	—	61.5	34.0

差の見地より見る時は全區中半数以上が最高收量區 NoXXIII の全乾物收量に關して明かには區別し難きものとす。而して全乾物收量に就きて比較的明瞭なる差異を示せる各區間に於てもその差異は必しも培養液に於ける鹽基の配合に對して規則的なものにあらずき。

上掲の實驗結果に就て見るに、No. IX 及び No. XXIII の兩區は生育狀態並

に乾物収量に於て全區中優秀なる群に屬するを以て、その培養液に於ける鹽基成分の配合は水稻の生育に對して恐らく適當なるべし。依つて之等の鹽基の配合を基礎とし、更に酸基の配合に就きて實驗を試みたり(この場合に酸基と鹽基との間に於ける相對的作用に就て考慮を用ひるこゝ或は必要ならんも本實驗に於ては夫に關して深く入るこゝ能はざりき)。即ち鹽基の配合を前記兩區に於けるこゝ同一にして、磷酸以外の酸基に就きて配合割合を異にせる溶液各7種宛を作製して試驗を行ひたり。但し磷酸に關しては前報の實驗結果により各區こゝも一立中13瓶こゝしたり。なほ之こゝ同時に嘗て ESPINO[5] により稻の最適水耕液こゝして提唱せられたるものをも比較のため供試したり。之等各培養液の組成は第十五表及び第十六表の如し。

昭和二年九月八日水稻無芒愛國種の苗(葉長8.5—9.0 匁)を三本宛上記溶液を充たせる 250 cc 容瓶に移植したり。而して pH 値の修正、液の更新、並に鐵鹽の添加等は前實驗こゝ同様に行ひたり。培養期間三十日の後供試植物を採取して調査せる結果は第十七表に示すが如し。

第十七表 收穫物調査成績

Table XVII. Yield of plant grown for 30 days in the solutions given in Tables XV and XVI.

培養區別	草 長	根 長	莖葉乾物量	根乾物量	全乾物量	全乾物量比較數	
Cul. No.	Length of tops cm.	Length of roots cm	Dry wt. of tops, mg.	Dry wt. of roots, mg.	Total dry weight, mg.	Relative dry weight%	
A 液 (A sol.)	I	34.1	16.7	323	98	421±10	100.0
	II	34.3	16.2	319	91	410±10	97.4
	III	34.7	17.0	307	89	396± 8	94.1
	IV	33.6	16.7	298	88	386±18	91.7
	V	34.5	15.7	325	93	418± 2	99.3
	VI	35.0	18.0	307	82	389±16	92.4
	VII	35.6	15.2	325	94	419± 8	99.5
液 (B sol.)	I	34.7	14.8	303	87	390±19	92.6
	II	34.9	14.2	279	78	356± 9	84.6
	III	35.6	15.5	330	88	418±15	99.3
	IV	36.1	14.7	324	95	419±16	99.5
	V	34.7	14.9	311	88	398±14	94.5
	VI	35.3	13.7	291	79	370±21	87.9
	VII	35.0	14.8	315	85	400± 4	95.0
Espino's sol.	35.4	13.3	309	80	388±25	92.2	

備考: (Note) 表中數字は水稻 3 本の數量(The data are for 3 plants)

實驗の結果を概括するに、何れの區も皆健全なる發育を示し生育狀態の差別も明かならず。而して收穫物に於ける全乾物量に就きて見るに、その

算術平均値に於ては各區間に多少の差異を認むるも、最高收量區AI區と最低收量區BIIとの間に於ける差異を除きては何れの區間に於てもその差異は誤差の範圍内に存せるを認む。之によつて見れば水稻はその營養上の諸特性に對して適當に考慮せられたる場合に於ては、營養上に於ける諸成分の割合に就きては可なり廣き範圍に適應して生育し得るものと考へらる。

水稻の營養的特異性に關する考察

以上記述せる諸實驗に於て水稻の營養的特性に關する種々の事實を觀察せるが、特に磷酸の濃度高き培養液に於て、大麥は健全に生育するに拘らず水稻は著しき生理的障害を現すここに就ては、更にその原因に關して考察を試みたり。以下之に就きて述べんこと。

磷酸濃度の高き培養液に於ける植物營養の障害に就ては從來種々の説あり。例へば CRONE[3] は種々の植物(水稻を含まず)に就て試験を行ひ、磷酸濃度高き養液に於て植物體は磷酸それ自體により Chlorosis を起すものにして鐵分は之に關係なしとせり。その後に至りて BENECKE[1] 及び TAKEUCHI[34] は各 CRONE 説を反駁し、Chlorosis は磷酸自身によりて起るに非ずして培養液中に鐵分の不足を來すによるものとせり。而して BENECKE は不完全ながら鐵の溶解度に就て試験を行ひ、Chlorosis を起せる場合に於て培養液中に鐵の缺乏せることを觀察したり。また、SHIVE[33] は水耕及び土耕に於ける一鹽基性磷酸鹽が大豆の生育に對して有害作用を現はすことを報告せるが、之に對して SALTER[29] は批判して曰く、SHIVE の實驗に於ては H イオンの精密なる測定を行はざりしが故に正確なる判定を下し得ざりしものにして、同氏が一鹽基性磷酸鹽の有害作用となせるものは恐らく酸性反應に歸すべきものなるべし。

著者の實驗に於て觀察せるが如き磷酸濃度高き培養液に於ける水稻の生育障害に關して、その理由を考究せんとするに當り、先づ注目すべきは次の事實なりこと。即ち實驗 AI に於て觀察せる如く、鐵源として可溶性鐵鹽を適量に使用せる場合に於ては、磷酸濃度高き培養液に於ても水稻は可なり正常の狀態に近き生育を示せり。この事實よりして、まづ此の如き磷酸の有害作用は鐵分と密接なる關係にあることを知るべし。

更に水耕植物に於ける化學分析の結果(前報第 390 頁参照)によれば大麥に於ては培養液の磷酸濃度高き場合も低き場合も、その莖葉及び根部に於ける磷酸含有率は著しき變化を示さずして、即ちその磷酸吸収量が培養液の磷酸濃度に多く影響せらるる所なきを認む。之に反し水稻は培養液の磷酸濃度低き場合に於ては大麥に於けるさ略同程度の磷酸吸収量を示す(但し大麥に於ては水稻に於けるよりも根部の磷酸含量が多少高きを認む)に拘らず、磷酸濃度の高き培養液に於ては著しく磷酸吸収量を増加し、殊にその莖葉部に於ける磷酸含量が同一培養液に於ける大麥莖葉部の磷酸含量に比し格段に多量なるを認む。之を要するに大麥は磷酸の吸収に就きて培養液の磷酸濃度に寧ろ無感覺に近きに反し、水稻は之に鋭敏に感應しその濃度高きに伴ひ益多量の磷酸を吸収することを認む。

斯くして莖葉部に於ける磷酸含有量の著しき増加が先に詳述せるが如き莖葉部の病的徴候と相伴へることを認むるものとす。更にその病的徴候としては葉面に赤褐色の斑點(特に磷酸多きと共に石灰多量の場合に於て)、或は葉縁の枯凋(特に磷酸と共に苦土多き場合)等現はるることもあるも、最も一般的の生理的障害と見るべきは葉色黃化して葉綠素の形成不充分なること、即ち所謂 Chlorosis に類する現象なりとす。

以上列擧せる事實に基き著者は培養液の磷酸濃度に伴へる水稻の生育障害に關して茲に一の假設を立てんとす。即ち磷酸濃度高き培養液に於ては水稻は容易に多量の磷酸を吸収するものにして、その結果特に莖葉部の組織に於て細胞内の磷酸濃度が過度に高まり、而してその多量の磷酸が細胞内の活性鐵分に作用して之を不活性とらしむるが爲に、Chlorosis の現象を起し又はその他の生理的變調を來すものなるべし。

この假説を實驗上に於て觀察せる種々の事實に就きて演繹せんに、まづ磷酸濃度の低き培養液に於て水稻の障害を見ざるは、その場合に於ては磷酸吸収量が適度にして細胞内に於ける磷酸による鐵分の不活性化を來すことなきによるべし。次ぎに水稻の生育に對して障害を起すが如き磷酸濃度の高き培養液に於ても、大麥は何等生育上の障害を來すことなきは、先に指摘せるが如く大麥の磷酸吸収作用は培養液の磷酸濃度に寧ろ鈍感にして、細胞内に於ける磷酸過多の現象を起すことなきに歸せらるべし。更に培養

液の磷酸濃度高きも比較的可溶狀態を保つ鐵鹽を適量加ふる時は、水稻は之を吸収して細胞内の活性鐵分を増加するに依り、細胞内の過剩磷酸は之に作用せられて、その有害作用を或程度迄抑制せらるるこゝ當然なりとす。なほ培養液の磷酸濃度高き時も低き時も、換言すれば水稻の生育障害を起せる時も之を起さざる時も、分析上に表はれたる植物の鐵分含有量は大差なきにより、その生育障害は鐵分の供給不足によるに非ずして、磷酸吸収量の増大に歸因すべきものと推定する事を得べし、之を要するに先に示せる假説は實驗上に現はれたる種々の現象とよく調和せりと云ふことを得べし。

なほ培養液の磷酸濃度高き場合に起る Chlorosis が鐵分と磷酸との關係に因るとする觀念は、先に引用せる如く BNECKE 及び TAKEUCHI 等によりて示されたるも、之等諸氏の説は磷酸による鐵分の不足が培養液中に於て起る場合に關係せり。勿論此の如き場合は培養液に於ける磷酸及び鐵の形態並に量によりて起り得べきものにして、恐らく此の如き原因によりて培養植物が Chlorosis を起すこともあり得べし。然るに著者の實驗に於ては、磷酸濃度高きがため水稻の生育障害を來せる培養液に於ても大麥は健全なる生育を遂けたるにより、この場合に於ては前掲の如き培養液中に於て磷酸の作用により鐵分の不足を來すことが重要な關係を持つことなしと云はざるべからず。

以上に於て先の假説に關聯せる實驗結果の主要なる部分に論及せるも、なほ補足として他の一二の事項に就て一言せん。前述の所論に於ては大麥が磷酸濃度の高き培養液に於て水稻に反し正常なる生育を示せる事實に對し、その原因を該植物が水稻と異り磷酸の吸収に就て鈍感なることに歸したるが、なほ他の一面に於ては大麥が水稻に比し鐵の吸収の優れる事實も亦この場合に考慮せらるべし。即ち培養植物の分析結果によれば大麥は水稻よりも鐵含量稍高く、就中根部に於てその傾向著しきを認む(大麥の根部は細菌の作用により水稻根に比し著しく高き還元力を有せる事が或は大麥の鐵分吸収を助長せしむべきや計り難きも、その作用が果して如何なる程度迄有力なるやなほ即斷し難し)。然れども大麥が水稻に比し鐵の吸収量多き程度は、水稻が大麥に比して磷酸の吸収量大なる程度に比し、比較的低

きものと見ることを得べし。然のみならず大麥は水稻に比して鐵の吸收稍高きもその差異は主として根部に認めらるものにして、之に反し大麥の莖葉部に病的症狀明なる水稻莖葉部とを比較するにその鐵含量は殆んど同一なりとす。此の如き關係に依りて考ふれば、兩種作物の鐵分吸收に關する差異は恐らくこの場合に關係せる主たる要因となし難かるべし。

次にこの場合の問題たる磷酸濃度による水稻生育の障害と該培養液中の石灰及び苦土量に關聯して論ぜん。磷酸濃度の高き培養液に於ては石灰量と苦土量の合計を一定にせる場合に、苦土量を大にすると共に、即ち石灰量を小さくすると共に、水稻の生育益良好となり、その逆の方向即ち石灰量を益大にするに従つて Chlorosis の徴候が高調せらるること前報に於て述べたる所の如し。而して磷酸及び鐵分の溶解度は石灰量によりて著しく作用せられ、即ち石灰多量なるに従ひ益低下すべきことは HOPKINS [16][17] 等によりて既に認められたり。之によつて考ふるに前述の如き石灰量の多きに從ひ水稻生育の不良となるは、恐らく鐵分が獨り磷酸に作用せらるるのみならず、石灰に依りても亦不溶解性となるに歸すべきものなるべし。而してこの作用は獨り培養液中に止まらず恐らく植物組織内に於ても起ることあるべし。殊にこの關係は培養植物の分析表(前報第 390 頁)に就て見る如く、石灰多量區が苦土多量區より植物の石灰吸收量多き傾向を示せることと照合して肯定せらるべし。

最後に以上の所論の基礎とせる著者の實驗に於ては何れの場合に於ても常に培養液の反應を pH 値 5.5 に整正せることを指摘せん。即ち之等の實驗は供試植物に對して好適なる H ion 濃度を與へたるものと云ふを得べし。従つて pH 値は茲に問題とするに及ばざるべし。

摘 要

(1) 本報に於ては前報[21]に續いて水稻及び大麥の幼植物による水耕試験の結果を掲げ、且つ前報以來の實驗結果の綜合に對する考察を記せり。

(2) 磷酸濃度高き養液に於ける水稻生育の障害は、鐵源として可溶性鹽を使用する事により著しく輕減せらる。故にこの現象は鐵分と密接なる關係にあるを認む。但しその場合に水稻の生育は完全に正常とはならず。

(3) 從て水稻の健全なる生育には前報に示せる磷酸の限界濃度を必要とするものにして、その限界濃度の範囲内に於て鐵分の添加量を適度(養液 1 立中 Fe_2O_3 として 5-10 厘)となす時は、水稻の生育健全にして且つ鐵鹽の如何に拘らずその生育状態に大差なし。

(4) 水稻の根部が鐵分により赤褐色に着色するは單に養液中に溶解せる鐵分が或る分量以上に多き場合に於て起る現象なりとす。

(5) 水稻に對して好適なる養液に於て水稻の生育と培養液の pH 値との關係に就きて試験せるに、その生育に對する pH 値の限界は約 5-7 なりき。

(6) 水稻根に水耕液の硝酸を亞硝酸に還元せざるに反し、大麥根は明にこの還元作用を現はせり。而してこの作用は無菌状態に於ては現はれざりしにより、大麥根の還元作用は之に着生せる細菌の機能に因るべし。

(7) 既述せる水稻の諸特性を基礎として、營養成分の合理的配合に關し試験したるに、その比較的廣き範囲に於て生育上の差異を認めず。換言すれば水稻の營養的特異性に對應せる諸條件の範囲に於ては營養成分の割合に於て或る程度の差異あるも水稻幼植物の生育は大差なきを認む。

(8) 磷酸濃度高き培養液に於て大麥が健全に生育するに反し水稻が生理的障害を起すは前者の鐵分吸收が後者の夫より稍高きこそが、或はその原因の一たるこそあらんも、この現象の主たる原因は次ぎの如き關係にありと推定せらる。即ち水稻は磷酸濃度高き培養液に於ては容易に多量の磷酸を吸収するものにして、その結果特に莖葉部の組織に於て磷酸の濃度高まり、その磷酸が組織内の活性鐵分に作用し不活性化ならしむるにあるべし。

(9) また石灰の水稻生育に對する作用も鐵に關係あるものと考へらる。

終に臨み本研究に對する麻生博士、安藤場長並に寺尾、鹽入兩技師の懇篤なる御助言を深謝し、また棚田、友廣兩氏の助力を謝す。(七、一、七)

引用文獻 Literature cited.

1. BENECKE, W. Die von der Cronesche Nährsalzlösung, Zeit. für Bot. 1: 235-252. 1909.
2. BILMANN, E. On the determination of the reaction of soils by means of the quinhydrone electrode. Trans. of the 2nd commission of the Inter. Soc. of Soil Sci. Vol. B. 220-274. 1927.
3. CRONE, GUSTAVE VON DER. Ergebnisse von Untersuchungen über die Wirkung der Phosphorsäure auf die höhere Pflanze und eine neue Nährlösung. Bonn. Inaug. Diss. 1904. (Biedermanns Centralbl. 35: 30-33. 1906.)
4. DAVIDSON, J. Do seedlings reduce nitrate? Jour. Biol. Chem. 37: 143-148. 1919.

5. ESPINO, R. B. Some aspects of the salt requirements of young rice plants. *Phil. Jour. Sci.* 16: 445-523. 1920.
6. GERICKE, W. F. Plant-food requirement of rice. *Soil Sci.* 29: 207-226. 1930.
7. GILE, P. L. Relation of calcareous soils to pineapple chlorosis. *Porto Rico Agric. Exp. Sta. Bull.* 11: 1911. [1915.]
8. GILE, P. L. and CARRERO, J. O. Assimilation of colloidal iron by rice. *Jour. Agric. Res.* 3: 205-210.
9. GILE, P. L. and CARRERO, J. O. Immobility of iron by rice. *Jour. Agric. Res.* 7: 83-88. 1916.
10. GILE, P. L. and CARRERO, J. O. Assimilation of iron by rice from certain nutrient solutions. *Jour. Agric. Res.* 7: 503-528. 1916. [*Jour. Agric. Res.* 20: 33-62. 1920.]
11. GILE, P. L. and CARRERO, J. O. Cause of Lime-induced chlorosis and availability of iron in the soil.
12. GILLESPIE, I. J. Colorimetric determination of H ion concentration without buffer mixtures, with special reference to soils. *Soil Sci.* 9: 115-136. 1920. [周年紀念論叢、昭和三年.]
13. 長谷川米藏、養液の水素イオン濃度と作物の生育との關係に就て。盛岡高等農林學校創立二十五
14. HOAGLAND, D. R. Relation of the concentration and reaction of the nutrient medium to the growth and absorption of the plant. *Jour. Agric. Res.* 18: 73-117. 1919.
15. HOPKINS, E. F. and WANN, F. B. The effect of the H ion concentration on the availability of iron for *Chlorella* sp. *Jour. Gen. Physiol.* 9: 205-210. 1925.
16. HOPKINS, E. F. and WANN, F. B. Relation of H ion concentration to growth of *Chlorella* and to the availability of iron. *Bot. Gaz.* 81: 353-376. 1926.
17. HOPKINS, E. F. and WANN, F. B. Iron requirement for *Chlorella*. *Bot. Gaz.* 84: 407-427. 1927.
18. JONES, L. H. and SHIVE, J. W. The influence of iron in the forms of ferric phosphate and ferrous sulfate upon the growth of wheat in a nutrient solution. *Soil Sci.* 11: 93-98. 1921.
19. JONES, L. H. and SHIVE, J. W. Effect of ammonium sulphate upon plants in nutrient solutions supplied with ferric phosphate and ferrous sulphate as sources of iron. *Jour. Agric. Res.* 21: 701-728. 1921.
20. JONES, L. H. and SHIVE, J. W. Influence of ammonium sulphate on plant growth in nutrient solutions and its effect on hydrogen ion concentration and iron availability. *Ann. Bot.* 37: 355-377. 1923.
21. KIMURA, J. On the behavior of rice to mineral nutrients in solution culture, especially compared with those of barley and wheat. *Jour. Agric. Exp. Sta.* 1: 375-402. 1931.
22. KUDRJAWZEVA, A. The oxygen requirement of plant roots. (Trans. title), (*Nauch. Agron. Zhur.* 1: 48-67. 1924.) U.S. Dep. Agric. Exp. Sta. Rec. 55: 426. 1926.
23. LOO, TSUNG-LÊ. On the mutual effects between the plant growth and the change of reaction of the nutrient solution with ammonium salts as the source of nitrogen. *Jap. Jour. Bot.* 3: 163-203. 1927. [Univ. Agric. Exp. Sta. Memoir 40. 1921.]
24. LYON, T. L. and WILSON, J. K. Liberation of organic matter by roots of growing plants. Cornell
25. 中嶋肅三、水生植物と鐵との關係、農學會報第二百九十六號、1927.
26. RICHTER, O. Über das grosse Eisenbedürfnis der Reispflanze. (*Oriza sativa*, L.) *Siz.—Ber. Akad. Wiss. Wien, Math.—Nat. Kl., Abt. 1*, 203-242. 1926. [*Bot. Cent.* 9 (151): 429-430. 1927.]
27. RICHTER, O. Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Kulturgrasser. 1 Über das grosse Eisenbedürfnis der Reispflanze. (*Oriza sativa*, L.) *Fortschr. Landwirtsch.* 1: 637-640. 1926.
28. ROBBINS, W. J. An isoelectric point and its significance. *Amer. Jour. Bot.* 10: 412-439. 1923.
29. SALTER, R. M. and MAC ILVAINE, T. C. Effect of Reaction of solution on germination of seed and on growth of seedlings. *Jour. Agric. Res.* 19: 73-96. 1920.
30. SCHMUCK, A. und BALABUCHA, V. Studien über die aufnahme von Nitraten durch die Pflanzen. II) Reduktion von Nitraten durch das Wurzelsubstrat der Pflanzen. (Trans. title) *Trudy Kuban. Selsk. Khoz. Inst.* 4: 21-40. 1926. [1910.]
31. SCHREINER, O. and SALLIVAN, M. X. Studies in soil oxidation. U.S. Dept. Agric. Bur. Soils Bull. 73.
32. 鹽谷惣次、土壤磷酸の溶解度と温度との關係、土壤肥料新報、第183、184號。大正十四年。
33. SHIVE, J. W. Toxicity of monobasic phosphates toward soybeans grown in soil- and solution-cultures. *Soil Sci.* 5: 87-122. 1918. [425-428. 1907.]
34. TAKEUCHI, T. Können Phosphate Chlorose erzeugen? *Bull. Coll. Agric. Tokyo Imp. Univ.* 7:
35. TOTTINGHAM, W. E. and RANKIN, E. J. The availability of iron in nutrient solutions for wheat. *Amer. Jour. Bot.* 10: 203-210. 1923.

FURTHER STUDIES ON THE SPECIFIC TRAITS OF RICE IN REGARD TO ITS NUTRITIVE BEHAVIOR IN SOLUTION CULTURE (*Résumé*)

By

Jiro KIMURA

This paper follows the author's previous work^[21] dealing with the nutritive behavior of rice especially contrasted to those of barley and wheat. It involves as described below four different phases of experiments and a discussion on the cause of the unhealthy growth of rice exhibited in the culture solution rich in P_2O_5 .

1) SOLUBLE IRON SALTS AS IRON SOURCES

With a solution unfavorable especially for rice in regard to the concentration of P_2O_5 , viz., Solution No. VI of the high CaO series in Table VI in the previous paper, solution culture with rice and barley seedlings was made in view of comparing as iron sources soluble iron salts—ferric citrate and ferrous sulphate—with an insoluble one—ferric phosphate that was used in previous experiments as the only iron source. The general practices of the culture were materially similar with those described in the previous paper. The results obtained are shown in Table I on p. 4 and Fig. 1 on p. 5, being summarized as follows:

While the solution with ferric phosphate proves injurious for rice just as observed before, the solution with either ferric citrate or ferrous sulphate reduced remarkably the injurious effect of the high P_2O_5 content of solution. Hence it may be inferred that the poor growth of rice seedlings under consideration is related in some way to iron nutrition as well. It is remarked, however, that an entirely normal growth of rice seedlings could not be realized even in the solution with soluble iron salts. This may suggest that it is positively necessary for rice to lower the concentration of P_2O_5 to such limits as shown in the former experiments.

Then a similar experiment was tried with the solution of low P_2O_5 content as shown in Table III on p. 7. In this case there could not be seen, as expected, such difference of iron salts in their influence on rice seedlings as noted above, both soluble and insoluble iron salts yielding the practically same results. —See Table IV on p. 8 and Fig. 2 on p. 7.

In this experiment, the fact is also noticed that the proper amounts of iron salts to be added to the solution is as Fe_2O_3 5-10 mg per litre. Further, it is remarked that brownish red coloration appeared on the roots of rice especially in the series of high iron contents of ferric citrate and ferrous sulphate. Since, as seen in Table II on p. 6, these salts tend to change the pH value of the solution in the opposite directions respectively, it seems likely that the named coloration of rice roots is essentially due to excessive amounts of soluble iron in culture media but not to their pH values.

2) HYDROGEN ION CONCENTRATION OF THE CULTURE SOLUTION

With the solution of favorable composition for rice, an experiment was made in order to elucidate the relation of the pH value of solution to the growth of rice seedlings. The solution was renewed every other day, the change of its pH value during culture being recorded as shown in Table IX on p. 13. It is witnessed in this experiment, as shown in Table VIII on p. 12 (see also Fig. 3 on p. 12), that rice seedlings grow normally for the range of the hydrogen ion concentration of solution extending approximately from pH 5 to pH 7.

3) REDUCING ACTION OF THE ROOTS OF RICE AND BARLEY

In regard to the reducing action of roots, a striking difference between rice and barley was observed. After seedlings had been grown for about 40 days with the solution of low P_2O_5 content shown in Table VI on p. 10, the determination of nitric acid, nitrous acid, and ammonia was made at certain different intervals. As seen in Table X on p. 16, barley roots reduced nitrate into nitrite in a considerable amount while rice roots did scarcely. Again, a similar experiment was made in the culture with the single salt solution of nitrate and the same phenomena as in the above case were observed as shown in Table XI on p. 18.

Then, some sterilized cultures of barley seedlings on agar with complete nutrients were tried for making clear the cause of the reducing action of the plant. By the chemical detection made after the roots had grown quite well, it was found that any trace of nitrite did not occur in the culture medium. Hence it may be concluded that the reducing action of barley roots is due to the agency of certain microorganisms.

4) RATIONAL COMPOSITION OF THE CULTURE SOLUTION FOR RICE

Under the consideration of the specific traits of rice in nutrition described above, a series of experiments were carried out for determining the rational composition of the culture solution for rice seedlings. At first, as shown in Tables XII and XIII on p. 19-20, experiments were planned with the solutions in which the acid components were kept constant and the four basic components, NH_3 , K_2O , CaO , and MgO , were combined in 35 different ratios. The results showed, as seen in Table XIV on p. 21, that the ratios of basic components of a wide range were favorable for rice seedlings. Then, certain two of these favorable proportions of basic components were tentatively chosen as the basis for further experiments. In the latter, as shown in Tables XV and XVI on p. 22, 7 different ratios of acidic components, SO_3 and N_2O_5 , were tested for each of the named two ratios of basic components, P_2O_5 being taken in a definite amount favorable for rice. In the experiments very similar results were obtained in almost all the solutions tested as shown in Table XVII on p. 23. Consequently it may be concluded that the composition of the culture solution suitable for rice seedlings is not definite but involves a somewhat wide range of the ratios of components.

5) CAUSE OF THE UNHEALTHY GROWTH OF RICE EXHIBED IN THE
CULTURE SOLUTION RICH IN P_2O_5

It is evident from the results of chemical analysis of the seedlings grown in solution cultures (See Table IX in the previous paper) that, while the quantity of P_2O_5 absorbed by barley changes little according to the concentrations of the acid of the culture solution, the rice plant proves markedly sensitive to P_2O_5 and absorbs it from the solution with the high P_2O_5 content in a considerably large quantity. On the other hand, although barley absorbs iron in a somewhat larger quantity than rice, yet the difference between the two plants in the amount of iron contained in the plant body is noticed especially in roots but very scarce in tops. These data being taken into consideration together with the fact that, as described already, the poor growth of rice in the solution with the high P_2O_5 content is related also with iron nutrition, the author intends to propound the hypothesis as follows: The P_2O_5 absorbed excessively by rice seedlings grown in the solution rich in this substance may act on iron in the tissue of leaves so that the iron existing in the cell is turned into an inactive form and cause chlorosis and other physiological disturbances.

The named hypothesis seems to stand in full accordance with various phenomena observed in the author's experiments. For instance, in the solution with the low P_2O_5 content rice seedlings may not excessively absorb P_2O_5 and consequently remain healthy. Again, the normal growth of barley in the solution rich in P_2O_5 may be due to the fact that this species is rather indifferent to the P_2O_5 concentrations of solution and does not tend to absorb this substance too much. Further, the reason why the injurious effect of the high P_2O_5 content of solution on rice is markedly reduced by using soluble iron salts as iron sources may be looked for in the condition under which the absorption of iron is so facilitated by these salts that there occurs in the tissues of leaves a plenty of iron reacting with P_2O_5 . Finally, the phenomenon that the unhealthy growth of rice is intensified especially in the solution rich in both P_2O_5 and CaO may be attributed to the reduced solubility of iron which, as pointed out by HOPKINS^(16, 17), is caused by the reaction of P_2O_5 connected by calcium ion.

It is remarked here that the present case does not probably stand in a close relation with such shortage of iron that is caused, as supposed by BENECKE⁽¹⁾, TAKEUCHI⁽³⁴⁾, and others, by the agency of P_2O_5 limiting the solubility of iron in the culture solution itself. This may readily be understood by the fact that the solutions which proved in the author's experiments markedly unfavorable for rice permitted barley to grow healthy and gave no indication of chlorosis in it. Attention is also directed to the point that in the discussion given above the pH value of solution is not necessarily taken into consideration; because all the experiments concerned were carried out by adjusting carefully the reaction of the solutions to keep pH 5.5 approximately, the most favorable pH value for both rice and barley.

ケルダール窒素定量装置の改良に就て

技師 鹽入松三郎

技手 奥田 東

近來肥料の施用方法に關し從來より一層精密なる研究を行ふの必要を感じるに共に、同時に數多の試料に就て分析を行ふの要ある場合多し。而して慣行の分析方法によれば概して多額の經費を要するのみならず、操作煩雜にして普通の設備の程度に於ては短時間に多數の試料を處理すること頗る困難なり。著者等は此の如き見地より、且つ特に當場に於て施行中の肥料試験に適用せんが爲、先づ供試作物に於ける全窒素の分析に關してケルダール法を改良せんことを企圖したり。その結果所期の目的に適合せることを認むべき一考案を得たるにより茲に之に就て報告せん。

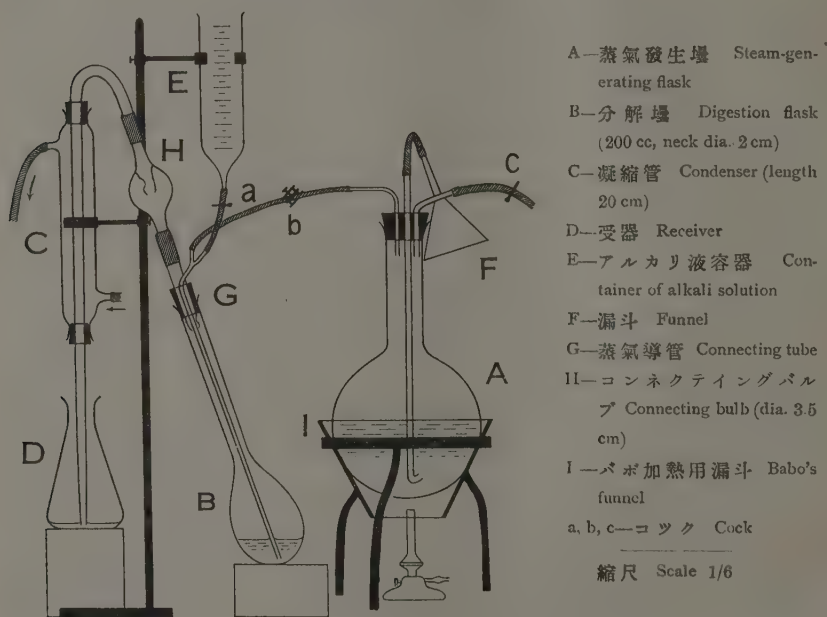
ケルダール法は、(1)濃硫酸による有機物の分解、(2)分解液よりのアンモニアの蒸溜、(3)溜出せるアンモニアの容量分析、の三段の操作より成るものにして、著者等の考案の主體はその第二段の操作に於けるアンモニアの蒸溜装置に關するものなり。その主旨は分析工程の増加と蒸溜に要する燃料の節約を目的として蒸溜時間を短縮せんことにあり。而して所謂微量ケルダール蒸溜装置に於て、小形の蒸溜壺を用ひ少量の液に對し強く水蒸氣を通じてアンモニアの蒸溜を頗る迅速に行はしむることに着眼し、その機構の原理を採りて稗類及び子實類の分析に適する新蒸溜装置を考案せるものなり。

該装置は昭和五年十月以來當場に於て肥料試験に關聯せる供試作物の全窒素定量に適用せるものにして、既に施行せる多數の分析實驗の結果によれば、之に依て作業の工程を著しく高め得るのみならず、蒸溜に要する燃料の節約多大にして、よく所期の目的に適合することを認めたり。なほ近來本装置を採用せる地方農事試験場漸次多きを加ふるに至れり。

以下新蒸溜装置の構造及び使用法に就きて記述せん。

蒸 溜 装 置

本蒸溜装置は F. PREGL* の微量ケルダール窒素定量法に於ける如く、蒸溜に際し直接分解壺にアルカリを加へ水蒸氣を通じてアンモニアを蒸溜するものにして、試料 0.3—1.0g を用ひて藁稈子質等の全窒素を定量するに適する如く設計せり。その主要部は蒸氣發生壺、分解壺、凝縮管、アルカリ液容器、蒸氣導管、コネクティングバルブ及び受器より成り何れも良質の硝子をもつて製作せり。装置の構造は下の挿圖に示すが如し。



蒸 溜 法

蒸溜法を操作の順序に従ひて示せば下の如し。

(1) 試料 0.3—1.0g を分解壺 B に採り濃硫酸 5—10 cc と酸化剤(硫酸加里と硫酸銅を重量比 9:1 に混合せるもの)を加へ加熱分解す。分解液の冷却したる後、加用せる硫酸の 2—3 倍容量の蒸溜水を B に加へ放冷す。(分解液を稀釋

* F. Pregl; Die quantitative organische Mikroanalyse S. 113, 1923.

せざる時はアルカリ液注加に際し溶液激しく沸騰し、その結果定基酸液の逆流する虞あり。上記の程度に稀釋する時は中和熱により液の溫度適度に上昇し特に加熱せざるも水蒸氣の凝縮するこゝ少く蒸溜速なり。

(2)漏斗 F より硫酸にて微酸性となせる水を蒸氣發生壺 A に入れコック b を閉ぢコック c を開きて加熱沸騰せしむ。

(3)分解壺 B を蒸氣導管 G に接続し凝縮管 C の先端を受器 D 中の定基酸液に浸す。

(4)コック a を開きてアルカリ液容器 E より苛性曹達液 (30%) を注加す。

(5)直にコック b を開きコック c を閉ぢ水蒸氣を B に通じ 10 分間蒸溜す。

(6)蒸溜を了りたる後受器 D を去り、次にコック c を開きて B を去り、然る後コック b を閉ぢて直に次の蒸溜を始む。

(7)受器 D の酸液はメチールレッド又はコンゴーレッドを指示薬として定基アルカリ液にて滴定す。

なほ前記の蒸溜操作に於ける蒸溜時間は次の試験によりて決定したり。即ち分解壺に濃硫酸 7cc 及び硫酸加里と硫酸銅との混合物 (9:1) 3g を入れ 10mg 或は 20mg の窒素を含む硫酸アンモンを加へ、蒸溜水にて稀釋し液量を約 25cc となし、上記の蒸溜法によりアンモニアを蒸溜し、蒸溜時間とアンモニアの回收量との關係を検せり。各蒸溜時間に於けるアンモニアの回收量、溜出液量並に分解壺中の凝縮液量を示せば第一表の如し。之によれば試料中のアンモニアは 7—10 分間にて完全に溜出せしめ得ることを認むべし。

實 驗 成 績

本装置を用ひて藁稈類及び子實類の全窒素定量を行ひたる實驗既に頗る多きも、茲に供試量を異にせる二三の實例を示さん。

實驗に用ひたる試料は水稻、大麥、及び小麥の藁稈と子實並に紫雲英の莖葉にして、常法の如く粉碎し徑 1mm の圓孔を有する篩を通過せしめたるものなり。試料を分解壺に採り酸化劑及び濃硫酸を加へ加熱分解せり。その使用量は試料 0.5g 以下に對しては酸化劑 2g 濃硫酸 5cc、試料 1g に對しては酸化劑 4g 濃硫酸 10cc とせり。なほ分解壺の球部を無底の小型バボ加熱用

第一表 蒸溜時間とアンモニア回収量
Table I. Time of distillation and recovery of ammonia

NH ₃ 窒素供試量 Amm. N taken (mg)	蒸 溜 時 間 Time of distil- lation (min)	NH ₃ 窒素回収量 Amm. N found (mg)	溜 出 液 量 Distillate (cc)	分解壺中の凝縮液量 Water condensed in digest. flask (cc)
10.00	5	9.90	16	13
		9.92	14	15
	7	9.95	22	18
		9.96	22	14
	10	9.98	34	20
		9.98	33	22
	12	9.98	38	30
		9.98	39	26
	5	19.94	17	15
		19.78	15	15
20.00	7	19.99	26	17
		20.02	22	17
	10	20.02	35	28
		20.01	33	25
	12	20.02	39	30
		20.02	36	25

備考 (Notes): 滴定定基液 (Titer solutions) — $N/14 \cdot H_2SO_4$, $N/14 \cdot NaOH$
指示薬 (Indicator) — Methylred

漏斗に入れ之を鐵葉板にて簡單に被覆し、孔径 7mm の小型ブンゼン燈を用ひ約 3cm の小炎上にて加熱したるに分解に約 20 分を要したり。分解液冷却後前述の方法によりて 10 分間蒸溜を行ひ全窒素を定量せり。

別に試料 5g を用ひて普通のケルダール法により全窒素を定量しその結果を試料の全窒素含量と見做せり。

本實驗の成績は第二表に示す所の如し。之によればこの新蒸溜装置は藥程及び子實等の物料に於ける全窒素の定量に對し頗る満足すべき結果を與ふるものと認むることを得べし。

考 察

本装置による蒸溜時間は 7—10 分にして、之に蒸氣發生壺内の水の沸騰する迄の時間を加ふるも、慣行法に於ける蒸溜時間の通常 40—80 分なるに比すれば遙に短し。殊に連續して蒸溜を行ふ場合には第一回の蒸溜に於ては蒸氣發生壺の沸騰するに時間を要するも、後の蒸溜には之を要せざるを以て能率は一層増進す。従て本装置は少數の装置をもつて多數の分析を連續的に行ふに適するものにして、經驗に徴するに一人にて本装置三臺を使用

し容易に毎時略10回の割合にて蒸溜及び滴定を行ふことを得。即ち慣行の装置15臺前後を使用せると同功程の分析を行ひ得べし。

次に本装置に於ては慣行法に比し概して少量の試料を處理するが故に燃料及び藥品の節約少なからず。なほ本装置は本來稈稈子實等の分析を目的とせるも他の有機物類の全窒素定量にも用ひ得べく、更に試料の種類に従ひて装置の寸法を適宜變更すれば一層有效なるべし。

第二表 全窒素定量結果

Table II. Results of nitrogen determination

試料名及 全窒素含量 Subst. & its N content *	供試量 Sample taken (g)	本法に依る全窒素量 Nitrogen found with the new apparatus (mg) (%)		試料名及 全窒素含量 Subst. & its N content *	供試量 Sample taken (g)	本法に依る全窒素量 Nitrogen found with the new apparatus (mg) (%)	
水 稻 藁 Rice straw N: 0.708 %	0.3	2.11	0.703	大 麥 子 實 Barley grain N: 1.488 %	0.3	4.49	1.497
		2.12	0.707			4.49	1.497
		2.10	0.700			4.49	1.497
	0.5	3.55	0.710		0.5	7.47	1.494
		3.56	0.712			7.47	1.494
		3.54	0.708			7.52	1.504
	1.0	7.08	0.708		1.0	14.88	1.488
		7.09	0.709			14.86	1.486
		7.07	0.707			14.88	1.488
水 稻 粃 Rice grain N: 1.380 %	0.3	4.18	1.393	小 麥 稈 Wheat straw N: 0.579 %	0.3	1.75	0.583
		4.14	1.380			1.73	0.577
		4.18	1.393			1.75	0.583
	0.5	6.89	1.378		0.5	2.92	0.584
		6.88	1.376			2.94	0.588
		6.88	1.376			2.94	0.588
	1.0	13.76	1.376		1.0	5.84	0.584
		13.80	1.380			5.81	0.581
		13.78	1.378			5.81	0.581
大 麥 稈 Barley straw N: 0.343 %	0.3	1.02	0.340	紫 雲 英 Genge N: 2.694 %	0.3	8.05	2.683
		1.02	0.340			8.02	2.673
		1.04	0.347			7.98	2.660
	0.5	1.69	0.338		0.5	13.45	2.690
		1.69	0.338			13.42	2.684
		1.70	0.340			13.45	2.690
	1.0	3.41	0.341		1.0	26.83	2.683
		3.40	0.340			26.82	2.682
		3.41	0.341			26.83	2.683

備考(Notes): 滴定定基液(Titersolutions)—— $N_{25} \cdot H_2SO_4$, $N_{25} \cdot NaOH$

指示薬(Indicator)——Methylred

* Nitrogen content, determined by ordinary Kjeldahl method

本報に於ける諸實驗に際して岩田技師を煩はせる所甚だ多し。茲に同氏に對し謝意を表す。 (昭和七年一月十日)

A MODIFICATION OF THE DISTILLATION APPARATUS OF KJELDAHL METHOD (*Résumé*)

By

Matusaburo SIOIRI and Azuma OKUDA

An account is given in the present paper of a modification of the distillation apparatus of Kjeldahl method which has recently been devised by the authors. The new apparatus may make the determination of the total nitrogen in organic substances such as straws or seeds more expeditious and economical than the usual process, and may prove most efficient especially when numerous samples are treated as in the analysis of the plant materials resulting from fertilizing experiments.

The present apparatus is based on the principle of steam distillation of ammonia as in Pregl's micro-Kjeldahl method. It consists, as shown in the sketch on page 34, of a steam-generating flask, a digestion flask, a condenser, a receiver, a container of alkali solution, a connecting tube, and a connecting bulb. The manipulation of the apparatus is carried on in the way outlined as follows:

The sample for testing, being prepared in the usual manner, is taken in the quantity 0.3-1 g and placed in the digestion flask, to which 5-10 cc of concentrated sulfuric acid and 2-4 g of a mixture of 1 part of copper sulfate and 9 parts of potassium sulfate are added. The digestion flask thus arranged is heated by a flame, and after digestion is completed in it distilled water is added to its contents in the quantity of 2-3 times by volume of the sulfuric acid previously used. Then the flask is set in the distillation apparatus and subjected to the usual process of steam distillation of ammonia. In the latter procedure the contents of the digestion flask are so warmed by the addition of alkali that expulsion of ammonia begins at once on steaming without heating the flask by a burner. In 7-10 minutes the expulsion of ammonia will be completed. Then, the receiver and the digestion flask with contents being renewed, the apparatus is ready for next distillation.

Some results of the experiments with the new apparatus are given in:

Table I. Time of distillation and recovery of ammonia.—page 36.

Table II. Results of nitrogen determination.—page 37.

淺間山麓に於ける火山性石灰質土壤が 水稻の生育を阻害する原因に就て

技 師 鴨 下 寛

多量の炭酸石灰を含有せる土壤に於て水稻の生育が阻害せらるる事實は夙に GILE and CARRERO [3] により認められ、その原因に就ても同氏等によりて種々研究せられたる所あり。この種鹽基性土壤は本邦に於ては從來殆ど知られざりしも、近年に至り偶々淺間山南麓なる長野縣北佐久郡御代田、小沼兩村地内に於て水稻の生育不良なる土壤發見せられたるにより、著者は之に就て研究せる結果該土壤は前述の如き炭酸石灰を含有せる鹽基性土壤なることを認めたり。而してその特異性並に水稻生育不良なる原因等に就て研究を行ひなば該土壤に對する耕種上の處理方法に就ても多少の考察を試みたり。依てその結果を茲に記してこの種の鹽基性土壤に於ける水稻作の參考に資せんす。

供 試 土 の 性 狀

供試せる鹽基性土壤は赤褐色砂質壤土にして、その由來は淺間山南側なる石尊山の東側に在る血の池(別名赤池)を水源とする濁川(ニゴリガハ)が積雪期林道修復のため堰き止められたる際、大正十一年四月急激なる氣温の上昇に伴ひ一時に多量の雪解水を生じて氾濫を起し、その際御代田、小沼兩村地内約八十町歩に亘りて火山岩屑を流布せるに因る。著者は昭和二年被害地に出張する機會を得、地元役員及び縣試驗場員の援助により現地に於ける土壤並びに稻作被害狀況を調査するに共に實驗材料としての土壤を採集したり。

採集土壤に就き土性、化學的成分、置換性石灰[1]及びpH價[2]を検せる結果を示せば第一表の如し。但し第一表中A及びB土壤は被害甚しき耕土を代表するもの、C土壤はA及びB土壤に隣接するも地形的差異により全

く鹽基性土壤の混入を免れたる無被害耕土を代表するものにして比較のため同表に列記せり。

第一表 供試土の諸成分 (細微土中)
Table 1. Constituents of the soils examined (in Fine earth)

成 分 Constituents		A. 鹽基性土壤 (赤褐色砂質壤土) Alkaline soil (Red brown sandy loam)	B. 鹽基性土壤 (赤褐色砂質壤土) Alkaline soil (Red brown sandy loam)	C. 普通土壤 (灰色砂質壤土) Normal soil (Gray sandy loam)
化 學 的 成 分 (熱濃鹽酸可溶) Chemical constituents soluble in boiled conc. HCl % at 110. c	* SiO_2	13.12	12.96	10.06
	Al_2O_3	3.38	2.74	3.30
	Fe_2O_3	8.78	12.97	4.19
	Mn_2O_3	0.26	0.44	0.16
	MgO	0.42	0.47	0.22
	CaO	2.97	4.32	1.37
	Na_2O	0.02	0.03	0.02
	K_2O	0.10	0.09	0.08
	P_2O_5	0.14	0.14	0.16
	SO_3	0.16	0.13	0.20
不溶解殘渣	Insoluble residue %	62.01	57.76	75.22
灼熱消失	Loss on ignition	8.58	9.17	5.36
全窒素	Total Nitrogen	0.27	0.24	0.17
置換性石灰	Exchangeable CaO	0.94	0.92	0.25
pH	水に浮遊せしめたる時 Suspended in water	7.8	7.9	6.0
	N. KCl液に浮遊せしめたる時 Suspended in N. KCl Solution	7.1	7.1	5.1

* 炭酸曹達可溶の SiO_2 を含む (Including SiO_2 soluble in Na_2CO_3)

第一表によれば被害土壤 (A 及び B) は無被害土壤 (C) に比し熱鹽酸可溶の Fe_2O_3 及び CaO 並びに置換性 CaO を著しく多量に含有し且つその反應鹽基性 (pH 7.8—7.9) なるを特異とす。また該土壤に鹽酸を注加すれば著しく多量の泡沫が現はるるにより土壤は多量の炭酸鹽を含有するを知る。

植 木 鉢 試 験

1) 供 試 土

従來水稻は鹽基性土壤に於けるよりも酸性土壤に於て良好の生育を遂ぐるを以て、著者は鹽基性土壤が水稻の生育に及ぼす害作用はその反應に基づく可しと推斷し、適當なる酸、例へば硫酸を施して土壤の鹽基性を中性とせば水稻の生育を良好ならしむべしと考へ、昭和五年鹽基性土壤の多量を得て小植木鉢試験を行へり。

供試せる鹽基性土壤は長野縣北佐久郡小沼村大字間瀬口の被害耕地より

採集せる赤褐色の砂質壤土なり。之に就て常法に依る細土に於ける熱鹽酸可溶成分、炭酸及び pH 價を檢せる結果は次の如し。

熱鹽酸可溶成分 (Chemical constituents soluble in boiled conc. HCl.) % at 110. c

SiO₂ (炭酸胄速可溶のものを含む. including SiO₂ soluble in Na₂CO₃)—9.65;

Al₂O₃—2.90; Fe₂O₃—13.29; Mn₂O₃—0.69; MgO—0.34; CaO—5.88;

Na₂O—0.24; K₂O—0.04; P₂O₅—0.12; SO₃—0.08.

不溶解殘渣 (Insoluble residue)—57.08; 灼熱消失 (Loss on ignition)—9.04

全窒素 (Total N)—0.14 % 炭酸 (CO₂)—4.38 % pH—8.2

供試土は第一表記載の鹽基性土壤よりも更に著しく多量に鐵及び石灰を含有し、その反應も著しく鹽基性なり。而して供試土中の CaO 及び CO₂ より計算せる CaCO₃ の量は夫々 10.00 % 及び 9.45 % なるによりて見れば、供試土壤中に於ける石灰の殆ど全部は炭酸石灰の形態にて存在するものと認めべし。

次に供試土の鹽基性を中和するに要する硫酸の適量を知らんがため下の實驗を行ひたり。即ち規定硫酸を 0, 0.25, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 12.0, 16.0, 20.0, 25.0, 匁の各量に於て採り、之を各 25 匁に稀釋したる後各 10 匁の供試土試料に加へ時々善く振盪して 48 時間後モネヒドロソ電極法 (2) によりて pH 價を測定せり。その結果は第二表に示す如し。(同表には後に述ぶる實驗の結果をも併合せり)。

第二表 硫酸添加量に依る土壤 pH の變化
Table II. Change of pH in the soils due to the quantities of H₂SO₄ added to the samples.

25匁に稀釋して加へられたる規定硫酸の匁數 c.c. of N. H ₂ SO ₄ added to the samples, being diluted with water into 25c.c.	供試鹽基性土 Alkaline soil	炭酸石灰 1-gr 加用 荒川沖積土 10-gr Arakawa alluvium soil with 1. gr of CaCO ₃	荒川沖積土 10-gr Arakawa alluvium soil	炭酸石灰 CaCO ₃ 1-gm
	10-gm			
0.0	8.2	7.4	6.0	7.8
0.25	7.6	7.1	4.3	7.2
0.5	7.4	6.9	3.7	7.2
1.0	7.1	6.9	—	7.2
2.0	6.8	6.8	—	7.2
4.0	6.7	6.8	—	7.2
6.0	6.5	6.8	—	7.0
8.0	6.2	6.8	—	6.9
12.0	5.4	—	—	—
16.0	3.2	6.9	—	7.3
20.0	1.0	4.0	—	2.7
25.0	0.4	2.0	—	1.4

第二表に就て見るに供試土は硫酸に對して強き緩衝作用を有し、規定硫酸 1 耗の添加後中性となり、後 8 耗を加へらるる迄著しき pH 價の變化を示さず。且つ pH 價は 7.1—6.2 にして反應は常に中性なるを認む。而して規定硫酸 8 耗は供試土壤 10 瓦中に含有せらるる炭酸石灰 1.00 瓦の全部を硫酸石灰となすに要する計算量(規定硫酸 20 耗)の $\frac{1}{2.5}$ に、また規定硫酸 1 耗は $\frac{1}{20}$ に相當せり。換言すれば供試土壤の鹽基性は土壤中の炭酸石灰の $\frac{1}{2.5} - \frac{1}{20}$ を硫酸石灰となすことにより中和せらるるを知る。また上記の如く添加硫酸量 1—8 耗の範圍に於て pH 價の變化少きは溶液の pH 價が主として硫酸と炭酸石灰との化學反應に左右せらるるに因るべし。即ち硫酸が炭酸石灰に作用して生ずる硫酸石灰は溶解度低き故に、この場合規定硫酸 1 耗の添加によりて生ずる 0.0700 瓦の硫酸石灰は供試 25 耗の溶液を飽和し (15°C 乃至 30°C に於て 0.0522 瓦の硫酸石灰が 25 耗の水を飽和す)、從て溶液の pH 價は一定するに至る。而して溶液のこの一定せる pH 價は添加せらるる硫酸が土壤中の炭酸石灰の全部を硫酸石灰に變じ、なほ餘りありて溶液中に遊離するに至らざれば著しき變化を被らざるべし。上記の如き場合に溶液の pH 價が炭酸石灰と硫酸との化學反應に左右せらるる事實は、豫め多量の炭酸石灰を加へたる普通土壤に硫酸を作用せしめたる場合に於て著しく明瞭に認めらる。即ち規定硫酸を 0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0, 20.0, 25.0; 耗の各量に於て採り、之を 25 耗に稀釋したる後沈降性炭酸石灰 1 瓦を加へたる各 10 瓦の荒川沖積土に加へ、時々善く振盪して 48 時間後 pH 價を測定せり。なほ参考のため炭酸石灰を加へざる荒川沖積土 10 瓦、及び土壤を加へざる炭酸石灰 1 瓦に就て同様の測定を行へり。その結果は第二表の如し。

本實驗の結果によれば炭酸石灰を加へたる土壤に於て、溶液の pH 價は土壤中に炭酸石灰殘存中は硫酸の添加に依り殆ど全く變化なく、この炭酸石灰の全部が硫酸により硫酸石灰に變じたる後(規定硫酸 20 耗添加後)極めて著しく變化して酸性化するを認む。而してこの變化は土壤を加へざる炭酸石灰に於ても同様なり。

2) 試 験 設 計

粒徑 2 耗以下の供試土 2250 瓦宛を 24 個の小植木鉢に入れ植木鉢 2 個を以て 1 區となし第三表の如き各區を設けて夫々施肥せり。また先に記せる實

驗より見るに供試鹽基性土壌の反應を中和する爲に土壌中の炭酸石灰の全部を硫酸石灰となすを要せざるを以て、著者は供試土 2250 瓦に對し 10 規定

第三表 植木鉢一個に施用したる、三要素、炭酸石灰、及び硫酸の量

Table III. Amounts of N , P_2O_5 , K_2O , $CaCO_3$, and H_2SO_4 applied per pot.

試験區名 Names of experiments	N gm	P_2O_5 gm	K_2O gm	$CaCO_3$ gm	10. N. H_2SO_4 c.c.
A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B	0.4	0.2	0.2	0.0	0.0
C_1	0.4	0.2	0.2	0.0	44
C_2	0.4	0.2	0.2	0.0	88
C_3	0.4	0.2	0.2	0.0	132
D_1	0.0	0.0	0.0	0.0	44
D_2	0.0	0.0	0.0	0.0	88
D_3	0.0	0.0	0.0	0.0	132
E_1	0.4	0.2	0.2	10	0.0
E_2	0.4	0.2	0.2	20	0.0
F_1	0.0	0.0	0.0	10	0.0
F_2	0.0	0.0	0.0	20	0.0

〔備考〕 N は硫酸アムモニア、 P_2O_5 は磷酸二曹達、 K_2O は硫酸加里にて施し、 $CaCO_3$ は沈降性炭酸石灰を使用せり、又硫酸各 44, 88, 132 珎は一植木鉢供試土中の炭酸石灰各約 $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$ を硫酸石灰に變ず。

[Notes] N was applied in ammonium sulphate, P_2O_5 in disodium phosphate, K_2O in potassium sulphate. Precipitated calcium carbonate was used as $CaCO_3$. 44, 88, 132. c.c. of H_2SO_4 converts respectively $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$, (in round) of entire $CaCO_3$ in the soil per pot into $CaSO_4$.

第四表 移植時 (a) 及び收穫時 (b) に於ける各區の pH 價
Table. IV. pH of the Soil in each pot at the Setting of Seedlings (a)

and at Harvest (b).

試験區 Experiments	鉢番號 Pot—no.	pH		試験區 Experiments	鉢番號 Pot—no.	pH	
		a	b			a	b
A	1	7.9	7.9	D_2	1	6.2	7.2
	2	7.9	8.0		2	6.2	7.5
B	1	7.8	7.9	D_3	1	6.1	7.8
	2	7.7	7.9		2	6.2	7.7
C_1	1	6.6	8.1	E_1	1	7.7	7.9
	2	6.5	7.8		2	7.8	7.7
C_2	1	6.3	7.9	E_2	1	7.8	7.9
	2	6.3	8.0		2	7.7	7.9
C_3	1	6.2	7.9	F_1	1	7.9	7.9
	2	6.4	7.9		2	7.9	7.8
D_1	1	6.5	8.1	F_2	1	7.9	8.1
	2	6.6	7.7		2	7.8	8.0

硫酸を 44, 88, 132 匁の三様に添加せり。而してこの三様の硫酸量は供試土中の炭酸石灰の $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$ を硫酸石灰とみなし得る量に相當す。

供試土を充填せる各植木鉢には蒸留水を加へて之を水田状態とせしたる後、硫酸、炭酸石灰或は肥料成分を加へその内容を良く攪拌せり。但し肥料成分の施用は硫酸或は炭酸石灰の施用二日後に行へり。而して稲苗植付前日各植木鉢より約 10 匁の土壌を採取し、之に同容の上澄液を加へキンヒドラ電極法に依り pH 價を測定せり。その結果は第四表に於て見るが如く C 及び D 區は硫酸添加により反應中性とされるを示せり。

供試水稻は關取種にして六月二十六日各植木鉢に三株植付けたり。植付當時の稲苗一株の草丈は 29.3 釐、重量は 0.65 瓦 (共に五十株平均) なり。なほ試験中各植木鉢に添加せる水は全部蒸留水なり。

第五表 試験各期に於ける草丈、莖數及び穗數、 Table V. Length of tops.

區 名 Names of experiments	植木鉢番號 No. of pot.	7 月 7 日 (移植後 11 日) July 7 th		7 月 17 日 (移植後 21 日) July 17 th		8 月 1 日 (移植後 36 日) Aug. 1 st.	
		草 丈 Length of tops cm	莖 數 No. of stems	草 丈 Length of tops cm	莖 數 No. of stems	草 丈 Length of tops cm	莖 數 No. of stems
A	1	46.0	3	49.0	5	51.5	6
	2	45.0	3	47.0	3	48.0	3
B	1	35.5	3	44.0	4	46.0	5
	2	37.5	3	43.0	4	43.5	6
C ₁	1	42.5	3	54.0	10	71.0	12
	2	42.5	3	48.5	9	65.0	12
C ₂	1	39.5	3	47.0	7	62.0	11
	2	41.0	3	51.0	10	64.5	14
C ₃	1	40.0	3	52.0	9	63.0	14
	2	41.5	3	50.0	7	67.5	12
D ₁	1	36.0	3	49.0	7	66.5	12
	2	39.5	3	50.0	9	64.5	14
D ₂	1	37.0	3	48.0	7	69.5	10
	2	38.0	3	51.5	7	66.0	11
D ₃	1	39.0	3	52.0	10	65.5	12
	2	42.0	3	51.0	10	65.5	15
E ₁	1	41.0	3	46.0	6	48.0	6
	2	42.0	3	49.0	5	50.0	5
E ₂	1	45.5	3	49.0	5	49.0	5
	2	40.0	3	44.0	4	46.0	4
F ₁	1	43.5	3	46.5	6	51.0	5
	2	40.5	3	46.0	6	58.0	6
F ₂	1	48.0	3	47.5	6	48.0	5
	2	42.5	3	42.8	3	44.0	3

3) 生育状況及び収量

供試植物は移植後11日(7月7日), 21日(7月17日), 36日(8月1日), 51日(8月16日), 61日(8月26日), 及び71日(9月5日)の六回に亘りて生育状況を調査し、その成熟後10月18日に地上部を刈取り常法に依り粃、枇及び藁を秤量せり。その試験結果は第五表及び第六表の如し。

第五表に就て見るに試験期の前半に於てはC及びD区の生育は他区に比し良好なるも(第1圖版a参照)、後半に至りてはD区の生育C区に劣りその傾向は日を経るに従ひて益々著しきを認む。(第1圖版b参照)なほD区に於ては八月中旬以後より葉色の黄變するを觀察したり。

更に第六表によればC及びD区の収量は他区に比し著しく大にして、またC.D兩區間にありてはC区はD区に比し収量大なるを認む。而してB numbers of stems and panicles in various stages of the experiment.

8月16日(移植後51日) Aug. 16 th.			8月26日(移植後61日) Aug. 26 th.			9月5日(移植後71日) * Sept. 5 th.		
草 Length of tops	丈 cm	莖 數 No. of stems	草 Length of tops	丈 cm	莖 數 No. of stems	草 Length of tops	丈 cm	穗 數 No. of panicles
56.5		6	62.0		6	74.0		2
57.5		3	63.5		3	73.5		2
46.5		4	40.0		5	33.0		0
38.0		5	40.0		5	30.0		0
78.5		15	75.5		16	86.0		12
74.0		12	77.0		16	89.0		12
76.0		11	74.0		20	85.0		11
81.0		15	77.5		16	85.0		13
78.0		15	73.5		17	83.0		12
82.5		16	79.0		20	87.0		12
76.0		11	73.0		10	77.0		9
74.0		14	72.5		14	74.0		9
72.5		11	71.0		10	73.0		10
74.0		11	72.0		10	45.0		9
71.0		12	70.0		12	77.0		9
73.5		15	71.5		13	74.0		10
42.5		6	45.0		6	38.0		0
39.5		4	46.0		5	39.0		0
44.5		4	45.0		5	38.0		0
35.0		4	42.0		4	33.0		0
66.0		5	68.0		8	74.0		4
67.0		6	67.5		7	78.0		6
50.0		5	51.0		5	58.0		1
50.5		3	49.0		3	54.0		0

第六表 收 量 成 績

Table VI. Yield of grains and straw

區 名 Names of experiments	植木鉢番號 No. of pot	粉 Grain		秕 Grain blasted		藁 Straw		全 收 量 Total amount of crops	
		gm		gm		gm		gm	
			Mean		Mean		Mean		Mean
A	1	4.8	4.0	0.0	0.1	6.7	6.3	11.5	10.5
	2	3.3		0.2		5.9		9.4	
B	1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5	1.5	1.5
	2	0.0		0.0		1.6		1.6	
C ₁	1	15.3	15.0	0.5	0.4	22.4	21.0	38.2	36.4
	2	14.7		0.3		19.6		34.6	
C ₂	1	13.6	14.5	0.1	0.2	18.8	20.3	32.6	35.0
	2	15.4		0.3		21.8		37.5	
C ₃	1	14.5	15.4	0.3	0.2	21.2	22.7	36.1	38.5
	2	16.4		0.2		24.3		40.9	
D ₁	1	7.6	7.8	0.1	0.0	10.7	11.2	18.4	19.0
	2	8.0		0.0		11.7		19.7	
D ₂	1	7.7	7.4	0.0	0.0	11.0	10.5	18.8	18.0
	2	7.1		0.1		10.0		17.2	
D ₃	1	7.7	7.6	0.0	0.0	11.4	11.3	19.1	19.1
	2	7.6		0.1		11.3		19.0	
E ₁	1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.8	1.7	1.8
	2	0.0		0.0		2.0		2.0	
E ₂	1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.8	2.0	1.8
	2	0.0		0.0		1.6		1.6	
F ₁	1	5.1	5.3	0.1	0.0	7.5	7.8	12.7	13.2
	2	5.5		0.0		8.0		13.6	
F ₂	1	2.6	2.0	0.0	0.0	5.0	4.0	7.6	6.1
	2	1.5		0.0		3.0		4.5	

及び E 區は他區に比し極度に收量少なるを認む。

なほ試験終了時の土壤の反應を知らんが爲に10月18日(刈取前二日)移植前に行ひしと同様の方法にて各植木鉢より約10坵の土壤を採り pH 價を測定せり。その結果は第四表に示すが如く土壤の反應は全植木鉢を通じて著しき差異なく從て試験の初期反應中性にして水稻生育良好なりし C 及び D 區も共に再び鹽基性に變じたるを認む。

結 論

以上の實驗により供試土壤の水稻に對する害作用は、土壤の反應を中和することによりて除かるるを認めたり。從てその害作用は土壤の反應が鹽基性なるに基くものにして、この種の土壤の水稻作に對する改良法は土壤の反應を中和することを以て主要點とす可し。而して先に述べたるが如く植木鉢試験に於て土壤中の炭酸石灰全量を硫酸石灰とすに要する硫酸量の $\frac{1}{3}$ 乃至 $\frac{1}{10}$ を施用してよく中和の目的を達し之に依て水稻の生育を良好

ならしめ得たり。たゞ此の如き硫酸量は實際の圃場に適用せんには餘りに多量に過ぐるを以てこの方法は直ちに實用的方法となし難かるべし。然れども插秧時に反應を中和せる土壤も、收穫期に於ては再び鹽基性となれるを以て土壤反應の中和は特に水稻生育の初期に於て必要なるべし。從て水稻の插秧に際し根付肥の如き方法を以て根部の周圍に中性反應の土壤を與ふれば恐らく相當の效果あるべし。

摘 要

(1) 淺間山南麓なる長野縣北佐久郡御代田、小沼兩村地内に於て水稻の生育不良なる土壤は反應鹽基性にして多量の鐵及び炭酸石灰を含有す。

(2) 供試土壤が水稻の生育に及ぼす害作用は硫酸を添加し反應を中性となすことによりて除去せらる。從てその種害作用は土壤の反應が鹽基性なるに基く可し。なほ土壤の鹽基性反應は土壤中の炭酸石灰全量を硫酸石灰となすに要する硫酸量の $\frac{1}{3}$ 乃至 $\frac{1}{10}$ により中和せられたり。

本研究に於ては元技師今井道氏及び鹽入技師の懇篤なる指導を受け、供試土は長野縣農事試驗場員並に地元諸氏の好意による所多く、實驗には技手石黒四十八氏を煩はしたり。茲に深厚なる謝意を表明す。

引 用 文 献 Literature Cited

1. HISSINK, D. J. Method for estimating adsorbed bases in soils and the importance of these bases in soil economy. Soil Science. XV, no. 3. (1923).
2. BIILMANN, & JENSEN. On the determination of the reaction of the soil by means of quinhydrone electrode. Transact. 2nd. Internat. Soil Science. B. (1927).
3. GILE, P. L. & CARRERO, J. O. Cause of lime-induced chlorosis and availability of iron in the soil. Jour. of Agri. Res. XX. 33-62 (1920).

第 1. 圖 版 説 明

- a. 鹽基性土壤を硫酸を以て中和したる場合と、然らざる場合との、水稻移植後36日の生育 (8月1日)
- b. 鹽基性土壤を硫酸を以て中和したる場合と、然らざる場合との、水稻刈取時の生育 (10月18日)
- A.—標準區、 B.—施肥區、 C.—施肥中和區、 D.—無施肥中和區、
E.—炭酸石灰加用施肥區、 F.—炭酸石灰加用無施肥區、

ON THE CAUSE OF THE UNPRODUCTIVITY OF A CERTAIN
VOLCANOGENOUS CALCAREOUS SOIL
FOR PADDY RICE. (*Résumé*)

By

Yutaka KAMOSHITA.

At the southern foot of Asama Volcano in Central Japan there occurs a volcanogenous soil which does not permit the normal growth of paddy rice. The author investigated its chemical nature and conducted a pot experiment with rice bearing on the amelioration of the soil.

The experimental results referring to the chemical nature of the soil are shown in Tables I (p. 40) and II (p. 41), from which it is noticed that the following are characteristic to the soil under consideration.

- (1) Distinct alkaline reaction.
- (2) High content of ferric hydrate and calcium carbonate.
- (3) Intense buffer action toward sulphuric acid.

Table III (p. 43) gives the scheme of pot experiment, which is based on treating the soil with sulphuric acid in order to convert the calcium carbonate contained in it into sulphate and neutralize its alkaline reaction. It is evident, however, that, as seen from Tables III and IV (p. 43), the neutralization is attained by adding sulphuric acid to the soil in the quantity which is required to act on a part of the carbonate ($\frac{1}{3} - \frac{1}{10}$ in round).

The results of the pot experiment are shown in Tables V (p. 44-45) VI (p. 46) and also Plate I, from which it is observed that paddy rice grows well on the soil in case its alkaline reaction is neutralized to the extent mentioned above. In other words, it may be concluded that the defect of the soil for rice growing is caused mainly by its alkaline reaction.

The determination of pH of the soil was made in the pot experiment at the beginning of culture and also at the harvest season. Its results are shown in Table IV (p. 43), in which it is witnessed that the soil that was neutralized at the beginning of culture will turn alkaline in reaction again toward the harvest time. Hence it may be assumed that the neutrality of soil is required for rice especially at some early stages of plant growth but is not necessary for the later season. As a practical method for growing rice in this calcareous soil, it may be advisable to set rice seedlings by packing their roots with some amount of soil which is neutral in reaction.

Explanation of Plate I.

- a. Growth of paddy rice on the 36th day, Aug. 1st., after the setting of seedlings on the alkaline soil neutralized with H_2SO_4 and also on the soil not neutralized.
- b. Growth of paddy rice at harvest, Oct. 18th., on the soil neutralized with H_2SO_4 and also on the soil not neutralized.

A.—Control. B.—Manured. C.—Neutralized & manured. D.—Neutralized & non-manured. E.—Added with $CaCO_3$ & manured. F.—Added with $CaCO_3$ & non-manured.

A



B



東京ロームの苦土の形態に就て

技師 横井 時次

東京附近臺地の土層部を構成せる所謂赤土(アカツチ)即ち東京ローム中に苦土及び亞酸化鐵の珪酸鹽なる橄欖石の存在することは、既に二十餘年前關豊太郎博士^[1]によりて觀察せられたり。關博士は本礦物が鹽酸に可分解なる事實を考慮に入れ、苦土に關し東京ロームの分析成績を換算して粘土物質の組成を考察せられたり。この分析成績の換算は農學上頗る重要な意義を有するに拘らず、從來人の注意する所とならずして一般に本土壤は石灰に對し苦土の過剰なる土壤と見做されたり。然れどもその分析表上の苦土の値は一部は上述の如く橄欖石に含有せらるる苦土に由來すべきを以て、本土壤の土性に關する研究に於ては橄欖石の性狀及び含量を明かにし、以て化學分析の結果を補正すること必要なりとす。筆者は關博士指導のもとに、東京ローム中の橄欖石に就き礦物學的及び化學的研究を試みたるにより、茲に其大要を報告せん。

試 料

試料は東京府瀧野川町西ヶ原所在の本場官舎裏の松林地土壤にして、地下約一米半の所より採集せり。該土壤は少量の腐植によりて褐染せられたる殆ど同質の土壤によりて被覆せらる。なほ後に記す如く微小なる鐵質の脆き結核を稍多數に含有せるため、精密なる機械的組成の檢定は困難なりしも砂及び微砂の含量を約10%と測定したり。

砂分(本稿に於ては砂及び微砂を合併して砂分とす)は主として斜長石、單斜輝石、紫蘇輝石、橄欖石、磁鐵礦、及び碎片狀の火山玻璃より成り、その他少量の石英、正長石、黑雲母及び角閃石を含む。斜長石には曹長石の如き酸性長石より灰長石の如き基性のものまで種々あるも、曹灰長石の如き稍基性なるもの最も多し。東京ローム殊に山の手に於けるものは、關

博士により橄欖石を含有する兩輝石安山岩質火山灰の分解物なりと決定せられしが、本土壤も亦同様の礦物組成を示せり。然れども比較的少量の石英、正長石、酸性斜長石等の異種岩石に由來せる礦物を混するによりて見れば、本土壤は單純なる典型的の火山灰ロームならざるこゝ疑なし。

本土壤に含有せらるる鐵質の結核は暗褐色を呈し、その硬きものは洗滌分析の前處理に際し硬毛筆を以てしては破壊するこゝ殆ど不可能なり。この結核は土壤の風化に伴ひ粘土分が水酸化鐵に依り聯結せられて二次的に生成せられたるものなるや、或は火山灰に夾雜せる火山礫の一部が完全に風化せずして殘留せるものなるや之を確言し難きも、下記の事實より見れば之を火山細礫の殘留物と認むるこゝ妥當なるべきか。

- (1) 東京ロームの連續と見るべき鶴見、横濱附近の土壤或は夫と互層をなせる土壤中に本土壤中の結核に酷似せる火山細礫を混在せり。
- (2) 一見東京ロームと區別し難き相模野西部の火山灰ロームが、筆者の實地觀察せる所によれば火山細礫に由來せるものと認めらる(此の事實は關博士により夙に注目せられたる處なり)。
- (3) 相模野の火山灰ロームが元農商務省地質調査所技師農學士渡邊朔氏の調査[2]によれば、東方に到るに従ひ漸次土粒の大きさを減ぜり。

上述の如き異種造岩礦物及び結核の存在により本土壤を正規の東京ロー

第一表 東京ロームの化學分析成績

Table I. Chemical analysis of Tokyo Loam.

成分 Constituents	西ヶ原土壤 (Nishigahra near Tokyo)		代々木臺地土壤 (Yoyogi near Tokyo)	
	%	Molecular ratio	%	Molecular ratio
SiO ₂	16.08	1.36	17.87	1.65
TiO ₂	0.41	.....	1.03	.....
Al ₂ O ₃	20.07	1.00	18.57	1.00
Fe ₂ O ₃	10.47	0.33	10.36	0.36
MnO	0.23	.....	0.31	.....
MgO	1.78	0.22	2.06	0.28
CaO	0.72	0.07	0.36	0.04
Na ₂ O	0.16	0.02	0.25	0.02
K ₂ O	0.09	0.01	0.33	0.02
H ₂ O above 100°C.	12.08	.....	13.35	.....
H ₂ O at 100°C.	23.01	.....	18.25	.....
P ₂ O ₅	0.21	.....	0.09	.....
SO ₃	0.26	.....	0.28	.....
Residue	14.54		17.22	
Total	100.11		100.33	

ムとして可なるや多少の疑なき能はずとも、第一表に示すが如くその化學的組成が典型的なる東京山の手土壤の夫(關博士に依る[1])と大差なきを以て、之を試料として研究を施行せり。

礦物學的研究

東京ロームの礦物學的分析に關しては中尾理學士の研究[3]及び復興局建築部の東京及び横濱地質調査報告その他二三あるも、橄欖石の存在を指摘せるものは恐らく前記關博士の報文以外には無かるべし。然れども筆者が東京及び附近の各地土壤に就て觀察せる所によるも、一般に東京ローム中に橄欖石が存在せるは事實にして、本實驗に使用せし試料もまた關博士の夫と産地を異にせるに拘らず、之を顯微鏡下に檢察する時は比較的新鮮なる橄欖石の結晶を多量に認むることを得たり。

此の結晶は多くは柱狀又は粒狀をなし時としてX狀又はH狀の微細なる骸晶をなすものあるを認む(第一圖参照)。なほ柱狀をなせる結晶の中玻璃包裹物(Inclusion)のため砂時計構造をなせるものあり。結晶の色彩は淡綠色にして極めて弱き多色性を有し、外觀上淡色の斜方輝石と混同せられ易きも光軸面の位置を檢する時は明かに後者と區別することを得べし。

橄欖石は概して風化せられ易く天然狀態に於ては變質せるもの多きに拘らず、本土壤中の橄欖石は比較的新鮮にして僅に結晶體の一部が變質せるに過ぎず。その變質せる部分は鐵質物に依りて褐染せられ、内に赤褐色の微晶を生ぜり。この微晶はその光學性を確定し得ざりしも恐らくは含水鐵苦土珪酸鹽なる Iddingsite* (Winchell の所謂 Bowlingite [4] か) なるべし。

この橄欖石の屈折率を分散法[5]に依りて測定せしに平均 $\beta=1.685$ なる値を得たり。從てその組成は大體 $(\text{Fe}_2\text{SiO}_4)_{20} \cdot (\text{Mg}_2\text{SiO}_4)_{80}$ にして成分は SiO_2 40%, FeO 18%, MgO 42% と認めらる[4]。

供試土壤(之をAとす)及び之を8規定鹽酸の10倍量を以て24時間浸出し次

* Iddingsite が橄欖石の「風化」によりて生成するの事實は廣く認めらるる處にして KISPA TIC [6] は之に酷似せる鑛物の紫蘇輝石の「風化」によりても生成せらるることを報告せり。本鑛物は IDDINGS [7] により赤鐵 (Haematite) の微片を分散せる Antigorite ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ならんと思惟せられ、また LACROIX [8] によりて鐵に富める Antigorite なりと推定せられたり。要するに Iddingsite は第二鐵を含める含水珪酸苦土 ($\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \cdot ?$) にして、この物が一層風化する時は Antigorite に變じ或は多量の水酸化鐵を殘留す。

で5%の炭酸曹達液を以て處理せる殘滓(之をBとす)に於ける橄欖石含量を比較せんがため、AとBとに就き先づ淘汰法により粘土分を除き、次で0.1耗の篩を通したる部分を顯微鏡下にて觀察し、0.05耗以上の長徑を有する各種礦物粒子の数を數へたり。而して含有礦物中最多量にして且つ殆ど全く鹽酸に侵されざる紫蘇輝石を以て標準となし、夫に對する各種礦物の粒子数の比率を算出し、更にこの比率と各種礦物の比重とによりて重量比を計算し、原土の場合には重量比の總和に對する各種礦物の重量百分率を算出し、殘滓の場合には重量比を紫蘇輝石の重量比を標準とせる重量比に換算せり。その結果は第二表所載の如し。

第一圖 試料中の橄欖石結晶の顯微鏡寫眞(47倍)

Fig. 1. Microphotographs of Olivine in the sample ($\times 47$)



第二表 原土及び殘滓の礦物學的分析成績

Table II. Mineralogical analysis of the original soil and the residue after treatment with 8 N. HCl.

		紫蘇輝石 Hyperthene	橄欖石 Olivine	石英、長石、 火山玻璃 Quartz, Feldspar Volc. Glass	輝石、角閃石、 黑雲母 Augite Hornblende Biotite	磁鐵礦 Magnetite
O	測定數 Nos. of grains	1950	1672	3701	834	646
	比率 Ratio	1.00	0.86	1.76	0.46	0.33
	比重 Density	3.5	3.4	2.65	3.4	5.2
	重量比 Ratio by weight	3.5	2.9	5.0	1.5	1.7
	百分比 Percentage	24.0	19.9	34.3	10.3	11.6
R	測定數 Nos. of grains	854	80	1472	302	92
	比率 Ratio	1.00	0.09	1.72	0.35	0.11
	重量比 Ratio by weight	3.5	0.3	4.6	1.2	0.6
		1.00	0.09	1.31	0.34	0.17

備考(Notes): O — 原土(Original soil) R — 殘滓(Residue)

重量比Bは紫蘇輝石を1として重量比Aを換算せるものなり(The ratio B is calculated taking the ratio A of hyperthene as unit.)

次に原土中に於ける砂分の含量を10%とし、第二表により各種礦物の原土に對する百分率を計算し、更に殘滓17.32瓦(原土100瓦に對する鹽酸處理

残滓量)中に於ける各種礦物の含量を次の如くにして計算せり。即ち紫蘇輝石は鹽酸により全く溶解せられざるものなるを以て、残滓中に於ける紫蘇輝石の量は原土中に於ける量と相等しかるべき筈なり。故に原土 100 瓦中に於ける紫蘇輝石の量に、残滓中に於ける紫蘇輝石に対する各種礦物の重量比を乗する時は、残滓 17.32 瓦中の各種礦物の量を得べし。この値を原土中の各種礦物の量より減じ 8 規定鹽酸處理による各種礦物の減量を算出せり。その結果は第三表の如し。

第三表 原土及び残滓の礦物含量
Table III. Weights of the minerals in the original soil and the residue after treatment with 8 N. HCl.

	紫蘇輝石 Hyperthene	橄欖石 Olivine	石英、長石、 火山玻璃 Quartz, Feldspar, Volcanic Glass.	輝石、角閃石、 黑雲母 Augite, Hornblende, Biotite	磁鐵礦 Magnetite
O	2.4	2.0	3.4	1.0	1.2
R	2.4	0.2	3.2	0.9	0.4
O—R	0.0	1.8	0.2	0.1	0.8

備考(notes): O...原土百瓦中の各種礦物の重量(Weights of the minerals in 100 gm. original soil.)
R...原土百瓦を 8 規定鹽酸にて處理せる残滓中の各種礦物の重量(Weights of the minerals in the residue of 100gm. soil treated with 8 N. HCl.)

第三表により 8 規定鹽酸にて試料を處理する時は原土 100 瓦中より橄欖石 1.8 瓦即ち全橄欖石の約 90% が分解せられたることを知り得べし。而して橄欖石は前記の如く 42% の苦土を含有するを以て供試土壤中に於て、その含有橄欖石に由來せる苦土の量は土壤全量の 0.76% に達す。而して後に記載する如く前記濃度の鹽酸に溶解する本土壤の全苦土は 1.46% なるを以て、橄欖石に由來せざる苦土の量は 0.70% に相當すべし。然れどもこの數値は粘土分中の橄欖石を全く除外せるものなるが、粘土分を顯微鏡下にて精査する時は、屈折率によりて橄欖石と認むべき微細なる結晶を散見す。從て粘土分中の橄欖石に由來する苦土の量を考慮に入る時は、土壤中の橄欖石に由來せる苦土の全量は一層高き値を取るべき道理にして、8 規定鹽酸に溶解せる全苦土の半を超過すべきこと疑を容れず。

化學的研究

(1) 分析の方法及び成績

(1) 試料を種々の濃度の冷鹽酸の 10 倍量と共に廻轉器にかけ 24 時間浸出

し溶解せる苦土及び石灰を定量せり。その成績は第四表に示す所の如し。

第四表 原土の石灰及び苦土の種々の濃度の鹽酸により溶解せらるる量

Table IV. Solubility of magnesia and lime of the original soil in HCl of various concentrations.

	0.5 N.	1 N.	2 N.	4 N.	6 N.	8 N.
MgO	0.35	0.58	0.85	1.11	1.30	1.46
CaO	0.39	0.47	0.59	0.60	0.62	0.64

(2) 試料よりピーカー法により直径0.005 耗以下の部分(落速 1 時間 7.2 種)を除き、Bromoform (比重 2.9) を用ひ遠心分離器にかけ比重 2.9 以上の部分を分離し秤量せり。(この分離せる部分を沈底分 Heavy residue or Concentrate と稱す)。この値を原土に對する百分率に換算せしに 6.3% なる値を得たり。次に沈底分 0.2 瓦に種々の濃度の鹽酸 40 耗を加へ、(1) の場合と同様に處理し溶解せる苦土を定量して之を原土に對する百分率に換算せり。その成績は第五表に示す所の如し。

第五表 沈底分の苦土の種々の濃度の鹽酸により溶解せらるる量

Table V. Solubility of magnesia of the heavy residue in HCl of various concentrations.

	0.5 N.	1 N.	2 N.	4 N.	6 N.	8 N.
MgO	0.033	0.147	0.268	0.497	0.720	0.918

沈底分中苦土を含み且つ鹽酸に可分解なる礦物は橄欖石及び黒雲母なるが、後者はその量極めて少し。故に第五表の苦土の値の殆ど全部が沈底分中の橄欖石の成分をなす苦土の鹽酸に溶解せる量と認めて可なるべし。

(3) 原土中の苦土及び石灰の一部は土壤膠質によりて吸着せらるるものあるべきを以て、比較的容易に吸着せられ居る部分即ち置換性部分の量を [9] KELLY 法によりて檢定せり。即ち試料 25 瓦に 1 規定鹽化安門液 250 耗を加へ

第六表 置換性苦土及び石灰

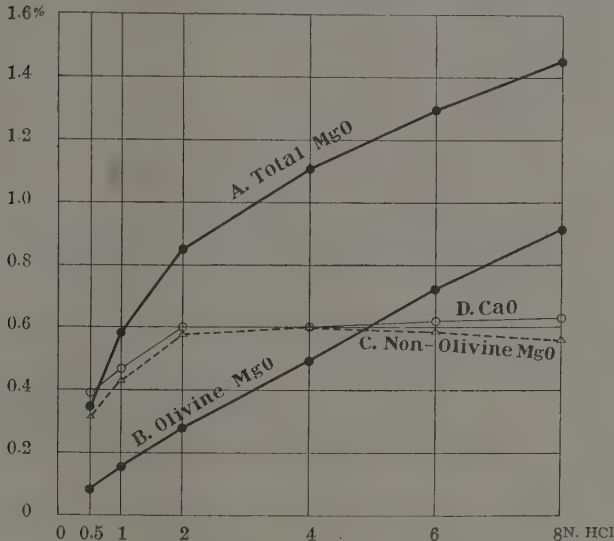
Table VI. Magnesia and lime replaced by solution of ammonium chloride.

	MgO		CaO	
	毎 回 値 Successive data	積 算 値 Sum	毎 回 値 Successive data	積 算 値 Sum
I	0.0384	0.0384	0.292	0.292
II	0.0044	0.0433	0.014	0.306
III	0.0035	0.0468	0.012	0.318
IV	0.0031	0.0499	0.008	0.326
V	0.0026	0.0525	0.008	0.334
總計 (Total)	0.0525	—	0.334	—

70° C. に於て3時間温浸したる後、濾過し前記鹽化安門液を以て濾液合計1立を得るまで洗滌し濾液に就き苦土及び石灰を定量せり。而して前記處理の殘滓に就き逐次同様の處理及び定量を行ひ、苦土及び石灰に就き毎回定量せる値の總和を求めて之を置換性苦土及び置換性石灰とせり。但し總ての數値は原土に對する百分率に換算せり。その成績は第六表の如し。

第二圖 鹽酸濃度と苦土及び石灰の溶解量との關係

Fig. 2. Solubility of magnesia and lime in HCl of various concentrations.



(2) 分析結果に就ての考察

第四表及び第五表の成績を圖示せば第二圖の如し。之に就て見る如く種々の濃度の鹽酸によりて分解せられたる苦土の量は、沈底分の場合に於ては殆ど鹽酸の濃度に比例して増加し、原土の場合に於ては鹽酸濃度2規定に達する迄は急劇に増加するも、2規定を越ゆれば増率次第に減少す。後の趨勢は沈底分の場合に於けるこ大差なきものとす。

種々の濃度の鹽酸によりて分解せられたる苦土の絶對量が、原土の場合に於ては沈底分の場合に比して大なるを以て見れば、原土中に橄欖石以外の形態をなせる苦土即ち非橄欖石性の苦土の存在するこ明にして、後者の形をなせる苦土の量は原土中の全苦土の量と沈底分中の苦土の量との差によりて代表せらるるものと見て大過なかるべし。鹽酸濃度と非橄欖石苦土

この關係は第二圖 C に於て見る如く、分解せらるる非橄欖石苦土の量は鹽酸濃度 2 規定に達する迄は急劇に増加するも、同濃度を超過する時は増率僅づつ減少す。この減少は主として (a) 原土の處理に使用せし鹽酸の量の沈底分に對する夫に比して稍少なかりしこと、(b) 原土中に橄欖石の他に鹽酸によりて分解せらるる物質の存在するが爲に橄欖石に作用すべき鹽酸の減殺せらるること、(c) 鹽酸濃度の増加するに従ひ作用せらるる橄欖石粒子の大きさを増すこと等の理由に依りて生じたるものなるべく、大體の趨勢より見れば鹽酸濃度 2 規定以上に於ては分解せらるる非橄欖石苦土の量は殆ど一定し、從て非橄欖石苦土は 2 規定鹽酸によりて殆ど全く分解せらるるものと推定する事を得べし。非橄欖石苦土の量は原土の 0.6% を概算し得るものにして、この數値は前に挙げたる顯微鏡検査の結果より算出せるものと大差なし。而してこの種の苦土は橄欖石等に由來せる後生礦物の成分となりて存し、また土壤膠質中に吸着的に保有せらるるものとす。

次に置換性の苦土は第六表に示すが如く、僅に原土の 0.05% に該當するに止まり非橄欖石苦土の全量の約 $\frac{1}{12}$ なるに過ぎず。

要するに橄欖石苦土の量は原土の殆ど 1% に達し、非橄欖石苦土は原土の約 0.6% に該當し、置換性苦土は後者の一小部分を占むるに過ぎず。

次に各濃度の鹽酸によりて分解せられたる石灰の量は第四表及び第二圖 D に於て見るが如く、強鹽酸に溶解すべき石灰の殆ど全部は 2 規定鹽酸により溶解せられ、それ以上濃度を増加するも溶解せらるる量は増加することなし。この傾向は非橄欖石苦土の場合も大差なし。而して置換性石灰の量は第六表に示す如く原土の 0.33% に該當し全石灰の半に達せり。

摘 要

礦物學的及び化學的研究の結果によるに、東京ローム中の鹽酸によりて分解せらるる苦土は、之を(1)橄欖石の形態をなすもの、(2)橄欖石等に由來せる風化生成物の形態をなすものの二種に大別することを得。但し風化生成物の形態をなす苦土の一部は土壤膠質によりて吸着せられて存し、鹽化安門液により置換することを得るものとす。而して鹽酸に依りて分解せらるる苦土の量に就ては、橄欖石に由來する苦土は鹽酸の濃度増加するに従

ひて溶解量を高むるものにして、8 規定鹽酸による溶解量は原土の 0.92% 即ち同濃度の鹽酸に溶解せる全苦土の 60% 以上を占むるものとす。橄欖石等に由來せる風化生成物は 2 規定鹽酸により全部分解せらるるものにして、その溶解せられたる苦土の量は原土の約 0.6% に該當し、その内約 8% は置換性の状態をなして存するものとす。

本研究に際しては終始關豊太郎博士より懇篤なる指導を賜り、土性部主任鹽入技師よりは貴重なる教示を受けたり。茲に謹みて感謝の意を表明す。なほ本研究の施行に當りて多くの助力を煩はしたる千葉寛治氏に對し厚くその勞を謝す。

(昭和七年一月十日)

引用文献 Literature Cited

1. SEKI, T., Landwirtschaftlichen Versuchs Station. 79, 80 1913.
2. 渡邊朔、相模全國武藏國南部土性圖説明書、元農商務省地質調査所土性課
3. 中尾清藏、機械的組成並に鑛物組成より見たる所謂關東ローム。地質學雜誌、第卅六卷、昭和四年
4. WINCHELL, A. N., Element of Optical Mineralogy. 1922.
5. TSUBOI, S., A dispersion method of discriminating rock constituents and its use in petrographic investigation. Jour. Fac. Sc. Imp. Univ. Tokyo II Vol. I Part 5 1929.
6. KISPATIC, Neuesjahrbuch für Mineralogie etc. 1912, I.
7. IDINGS, J. P., Rock Minerals. 1911.
8. LACROIX, A., Minéralogie de Madagaskar, 1922, I.
9. KELLEY, W. P., Replacable bases in soils. Univ. Cal. Pub. Tech. Paper 15. Sep. 1924.

ON THE FORM OF MAGNESIA IN TOKYO LOAM (*Résumé*)

By

Tokitugu Yokoi

The presence of olivine (a mineral containing magnesia) in "Tokyo loam"—a volcanogenous soil distributed widely on the hilly part of the environment of Tokyo—was detected by Dr. T. SEKI^[1] about twenty years ago. Referring to his paper, mineralogical and chemical studies of the soil were made by the present writer in order to determine its content of olivine as well as the form of magnesia in the part of the soil decomposed by hydrochloric acid.

The sample of the soil for the present studies was collected at the neighbourhood of the Station (Nisigahara). The result of its chemical analysis, together with the data from Dr. SEKI's paper on a sample taken at another locality (Yoyogi), is shown in Table I (p. 50).

The olivine occurring in the soil is prismatic or granular (See Fig. 1 p. 52) and light green in colour, exhibiting faint pleochroism. It is comparatively fresh, being altered into Iddingsite and ferric hydrate only in few parts. Its content of magnesia is estimated, from the result of an optical analysis, as 42%.

The amount of olivine contained in the original soil was estimated as about 2%, of which nine tenths are decomposed by 8N hydrochloric acid. Hence, the magnesia due to the decomposition of olivine by the 8N hydrochloric acid amounts to 0.72% of the original soil, while the latter contains 1.46% magnesia soluble in the above named acid. The results of the mineralogical study are given in details in Tables II (p. 52) and III (p. 53).

The portion of the soil heavier than bromoform, i.e. the heavy residue, was treated with hydrochloric acid of various concentrations. It was observed that the amount of the magnesia dissolved from the heavy residue increases almost proportionally to the concentration of the acid. From the comparison of the heavy residue and the original soil in regard to their solubility curves of magnesia (See Fig. 2, p. 55), it is evident that the magnesia other than that of olivine is almost thoroughly dissolved by the 2N acid, its amount being 0.6% of the original soil. The amount of replaceable magnesia determined by KELLY's methode^[9] was found to be 0.05% of the original soil, corresponding to 8% of the magnesia other than that from olivine.—See Tables IV (p. 54), V (p. 54), and VI (p. 54).

The lime dissolved by concentrated hydrochloric acid is almost entirely decomposed by the 2N acid, its amount being 0.7% of the original soil. One half of the lime can be replaced by ammonium chloride.

土壤中の固着水に関する實驗

山 中 金 次 郎

本報に於ては著者が數種の本邦土壤に就き Bouyoucos [2] の Dilatometer 法によりて所謂固着水の量を測定し、且つ之を二三の理學性及び理學的現象との關係に就て實驗せる所を記述せん。本實驗並に本報の構成に就ては關博士及び鹽入技師の懇篤なる示教に負ふ所甚多し。茲に謹て感謝の意を表す。

土壤の固着水及びその測定法

土壤の水分は通常、吸着水 (Hygroscopic water)、毛管水 (Capillary water) 及び重力水 (Gravitational water) の三種に區別せられ、その内植物に利用せらるるは毛管水の大部分にして、毛管水の一部及び吸着水の全部は植物に吸収せられざるものと考へらる。(この區別は勿論便宜上のものにしてその間に判然たる境界を定め難し)而してその植物に利用せられざる水分は主として土壤膠質によりて把持せらるるものにして、その測定は 1912 年 BRIGGS [1] の萎凋係數 (Wilting coefficient) の研究以來多くの土壤學者の注目する所となり、就中 Bouyoucos [2] の研究はその最も顯著なるものに屬し土壤中の膠質と水との關係を考查するに就ての有力なる指針なりと云ふを得可し。

Bouyoucos は吸水せる土壤を氷點以下の或る低温に保つ時に凍結せずして殘存する水分を Dilatometer によりて測定し、之を固着水 (Unfree water) と名づけ、且つその測定の結果に基きて土壤水分の新分類法を提示せり。なほ -1.5°C に於ける固着水の値は萎凋係數に近接せるにより、同氏はこの固着水の値が植物の利用し得ざる水分を略代表するものと推定せり。而して BOUYOUCOS 及び Mc COOL [3] は BECKMAN 裝置によりて土壤水分の水點降下を測定し次の事實を認めたり。即ち極端なる砂土に於ては氷點降下は含水量の減少に比例して増加し稀薄溶液に於ける氷點降下の法則に従ふも、壤土及

び埴土に於ては氷點降下は含水量の減少するに従ひ砂土の場合よりも遙に大なる割合を以てその程度を高む。例へば或る埴土に於ては水分92.76%のさきの氷點降下は 0.039°C にして、水分39.38%のさきの氷點降下は 1.075°C を示すが如し。

此の如き關係の由て來る理由に關して Bouyoucos は次の如き假説を立てたり。即ち土壤水分の或る部分は物理的吸着或は不安定なる化合狀態に於て把持せられ溶媒として働かざる狀態にあるものにして(従て氷點降下に關係せず)、且つその量の多少が土性の如何によりて異なるが故に上述の如き氷點降下と含水量との關係が現はるものなる可し。たゞ氷點降下の測定によりて固着水の量を正確に算出し難きことは Bouyoucos の指摘せる所にして、その測定法としては同氏は Dilatometer 法に依るべきことを推奨せり。

なほ Bouyoucos の所論に加へられたる批判の主なるものを附記して參考に資せん。Parker [4] は砂糖溶液を土壤及び種々の膠質に加へて氷點降下を測定せる結果に基き、上述の Bouyoucos の假説に異議を唱へたるも、之は固着水と土壤水分の氷點降下との關係に關するものにして、Dilatometer 法自體に關するものに非ず。また Keen [5] は Bouyoucos の土壤の含水量と氷點降下との關係を示せる實驗結果を數學的に處理し、所謂固着水の量は土壤の含水量に伴ひて甚しく變化すべきを論ぜり。但しこの説は Keen 自らも認むる如く鹽類の溶解量が含水量によりて變化すべき事實を無視せるを以て必ずしも決定的ならざる可し。なほ Bouyoucos は Dilatometer 法による成績 [6] によりて、多數の土壤は含水量の大小に係らず固着水の含量の不變なることを例示せり。

著者は、Bouyoucos の假説に對する批評の正否は別問題とし、Dilatometer 法が土壤中に固く把持せらるる特殊の水分の測定に對して適切なりとし、本邦土壤に對するその應用を試みたるものとす。

實驗法の大要

Dilatometer 法の主旨は吸水せる土壤を凍結せしめて其際に於ける水の膨脹量を測定し之より水1gm.の凍結による膨脹量に依りて凍結せる水分量を算出するに在り。此法によりて測定せる凍結水分量と土壤中の全水分量と

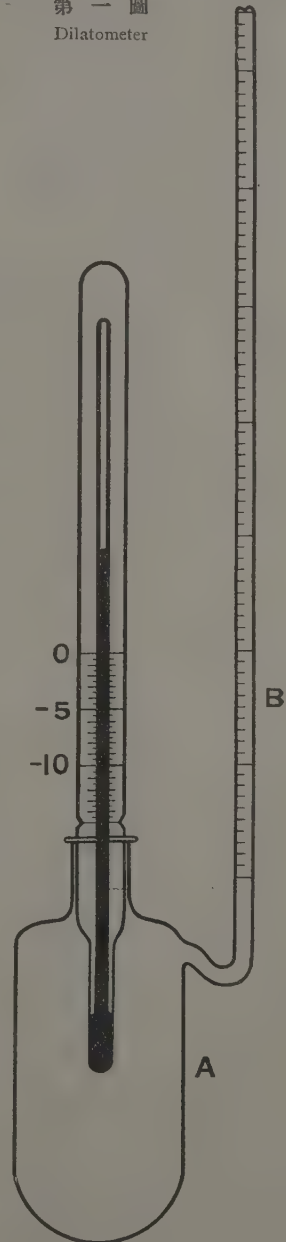
の差を求むるときは土壤中に把持せられたる固着水を決定する事を得。而して水 1gm. の凍結による膨脹量としては FOOTE 及び SAXON の使用せる値は 0.0932 c.c. にして、著者の測定値も之に略一致したるを以て本實驗に於てはこの値を計算に使用せり。

本實驗に使用せる Dilatometer は容積約 50 c.c の圓腔部(第一圖 A)に 0.01 c.c 宛に目盛せる細長き側管(圖 B)を附し圓腔部には磨り合せ口によりて -10°C 迄測定し得る寒暖計 (0.5°C 宛に目盛す)を挿入し其の寒暖計の水銀部は圓腔部の略中心を占む。圓腔部の磨り合せ口は土壤を容るるに便ならしむる爲成可く廣きを可とし直徑約 1.8 cm せり。膨脹量測定の媒體としては Ligroin ($80^{\circ}\text{--}120^{\circ}\text{C}$ にて溜出)を用ひたり。Ligroin は粘性係數小にして土壤の微小なる孔隙にも極めて浸潤し易し。

實驗の方法に就ては Bouyoucos の報告[2]に補足す可き點あるを認め、多少其操作を變更せるを以て次に其大要を記述せん。

風乾土 (<2 mm.) 10 gm. をこりて Dilatometer に容れ(同時に別に同様の試料をこりて其水分を測定す)各土壤の最大容水量(後述)より稍少量の蒸留水を加へ密栓して一時間放置す。次いで Dilatometer に Ligroin を注ぎ栓をなせるままにて掌上に種々の方向に叩きて氣泡を驅出す。栓の上部に固練りの脂を塗り磨り合せ口より Ligroin の蒸發するを防ぎ豫め 0°C 附近迄氷水中にて冷却す。斯く準備せる Diletometer を約 0°C に保てる冷蔵庫内に移し之を寒劑中に裝置す。寒劑は豫め細削氷を適量の食

第一圖
Dilatometer



鹽ををよく混和し特殊の場合を除きては -3°C に保たしめ約 10 分間靜置し之を 2.5 立の pot に填充し冷却せしめたる Dilatometer を寒暖計の示度を讀取し得る限り深く挿入す。Ligroin の溫度が寒劑の溫度と平衡する時即ち側管中の Ligroin 柱が最低示度に達する時は直ちに側管或は寒暖計を摘まみて器を動搖して凍結を促がす。この際側管の上部を稍濕れる脱脂綿にて弛るく閉塞して Ligroin の蒸發を防ぐ。凍結の進行に従ひ發生せる凝固熱によりて器内の溫度は次第に上昇し凍結水分多きときは 0°C に近づく事あり。然れども凍結が略完了するに従ひ周圍の寒劑に冷却されて器内の溫度は再び低下し遂に寒劑のそれと平衡するに至る。即ち側管の Ligroin の示度は水の凍結によりて上昇し略凍結を終りて更に低下して平衡するものとす。平衡に達せる際の寒暖計及び側管の示度を記録し後節實驗値の算出法の條下に記せる方法に依りて固着水の量を算定す。

尙著者の經驗せる所に依り Dilatometer 法の實施に關し實驗者の特に注意す可き二三の事項を列記して參考に資せん。

(1) Bouyoucos は一般には土壤の種類如何に係はらず風乾土 55gm. に水 5c.c. を加へて實驗せり。然るにこの方針は容水量大なる土壤には水分少きに過ぎ従て土壤を均等に濕ぼす事至難なるの缺點あり。依りて本實驗に於ては各土壤に其最大容水量より稍少き水を加ふるの方針をこれり。(土壤濕潤に過ぐる時は氣泡の驅出困難なり) 茲に於て各土壤は異なる含水量を有する事なるもさきに記述せるか如く多數の土壤は含水量の大小に關せず固着水の量不變なるが故に實驗結果に障害を與ふる事なしと認む。

(2) Ligroin は大なる膨脹係數を有するを以て Dilatometer の内容の冷却せらるるや Ligroin は直ちに收縮し従て側管内の Ligroin は速かに低下するを以て冷却中は時々側管の上部より Ligroin を注入して之を補ひ適當なる位置を保たしめ空氣の圓腔部に竄入するを防止す可し。

(3) 時として凍結に際し土壤中に残留せる少量の氣泡の管外に放出さるるため測定に誤差を生ぜしむる事あるを以て氣泡は豫め充分に除去するを要す。本 Dilatometer に於ては側管と圓腔部とを圖の如く U 字形に接續せるを以てたゞえ少量の氣泡が Ligroin 中に放出せらるるも圓腔部の上部に集りて側管より逃るる機會少きものとす。

實驗値の算出法

今 Dilatometer を -3°C の寒劑中に置いて其内部を -3°C に過冷却せしめて凍結せしむる場合に於て凍結水分大なる時は其際發生せる凝固熱は時間の経過に相俟ちて寒劑の溫度を上昇せしめ同じ寒劑中にては 0°C . に保てる冷蔵庫に於ても元の過冷溫度に復する能はずして -2.8°C . 乃至 -2.6°C . に於て平衡する事多し。而して Bouvocos [2] の實驗結果より推定すれば斯る僅少の溫度差は固着水その者に對する影響極めて小なる可き筈なるも著者の觀察せる所に依れば Ligroin の膨脹係數大なるが爲時としては此の如き溫度の小變化が比較的大なる誤差を導くに至る事あり。此の如き誤差は Ligroin の膨脹係數に基きて補正を施すを必要とす。依りて著者は Ligroin の 0°C 附近の見かけの膨脹係數を測定し 1 c.c. に付き $0.00112 \text{ c.c. } (1.12 \times 10^{-3})$ を得て各實驗に使用せる Dilatometer 中の Ligroin の量に對して上述の補正をなし之に依りて齊一なる結果を得たり。而して器内の Ligroin の量 V は次の如く算出せり。但し乾土の比重を 2.5 とす。

$$V = \text{器の容積} - (\text{乾土重量} \div 2.5 + \text{全水分量})$$

V の値は土壤及び含水量によりて變動し大略 40 c.c. 前後にして本實驗の範圍に於ける Ligroin の容積變化に對する補正值は溫度 1°C に對し 0.04—0.05 c.c. なりき。

今風乾土 10 gm. をこり其中に 1 gm. の水分を含むとすれば乾土は 9 gm. となる。之に水 5 c.c. を加へて -3°C 迄過冷却せしめ側管の目盛 30 にて凍結せしめたる後 -2.7°C にて目盛 60 にて凍結完了せりとすれば此時の Dilatometer の容積を 50 c.c. とすれば求むる固着水の量は次の如くにして算出せらる。

$$\text{Ligroin の量} = 50 - (9 \div 2.5 + 1 + 5) = 40.4 \text{ c.c.}$$

$$0.3^{\circ}\text{C} \text{ の溫度上昇による Ligroin の膨脹量}$$

$$= 40.4 \times 0.00112 \times 0.3 = 0.0135 \text{ c.c.} = 1.35 \text{ 目盛}$$

$$\text{凍結水分} = (60 - 30 - 1.35) \div (0.0932 \times 100) = 3.07 \text{ gm.}$$

$$\text{固着水} = 6 - 3.07 = 2.93 \text{ gm.}$$

これを乾土比率に表すときは 32.5% を得。

本實驗に於ける 1°C . の溫度變化によりて生ずる主なる誤差を挙げれば次の如し。

- (1) Ligroin 50 c.c. に就き $50 \times 0.00112 = 0.056$ c.c. - 5.6 目盛(+)
 (2) 残留氣泡 1 c.c. に就き $1 + 273 = 0.0036$ c.c. = 0.3 目盛(+)
 (3) 水 5 c.c. に就き $0.18 \times 10^{-3} \times 5 = 0.0009$ c.c. (+)
 (4) Dilatometer の容積 (50 c.c.) $0.80 \times 10^{-5} \times 3 \times 50 = 0.0012$ c.c. (-)

此の如く (2), (3), 及び (4) に於ける誤差は (1) に於けるものに比して極めて小なるを以て Dilatometer 法の如き厳正なる精密度を要せざる實驗に於ては 0.5°C 内外の溫度變化に於て之を無視して可なるべし。

第一表 實驗成績

Table I. Experimental data.

類 別	土 壤 名	地 質	有機質	最大含水量 (-3°C)	固着水 (-3°C)	水 濕* Hygro- scopic moisture	粘土分 (0.01 mm.) clay fraction
Groups	Soils	Geology	Humus	Max. water holding capacity	Unfree water		
礦質土壤 Mineral Soils	1 石 英 砂	—	0.0	22.8	0.0	0.0	0.0
	2 岡山砂壤土	沖積(Al.)	1.7	34.9	10.0	1.5	19.6
	3 岐阜壤土 A	"	1.6	39.0	8.6	1.5	23.9
	4 荒川埴壤土	"	1.1	40.6	13.6	2.5	47.8
	5 鴻巣埴壤土	"	1.6	43.9	17.3	2.5	42.0
	6 花巻埴土 A	洪積(Dil.)	0.3	53.2	29.0	4.1	70.4
腐植質土壤 Humus Soils	7 尾花澤埴壤土	"	12.3	69.4	13.0	5.2	37.4
	8 黒澤尻埴土 A	"	15.4	79.9	14.8	7.5	59.7
	9 三重埴土 C ₁	"	17.7	81.8	31.6	10.4	71.0
	10 三重埴土 A ₁	"	18.3	85.6	20.0	9.2	82.8
	11 尾花澤埴土	"	17.6	92.8	14.6	8.0	40.3
	12 鳥取埴土	"	20.8	104.9	26.3	10.6	80.2

Soils: 1—Quartz sand, 2—Okayama sandy loam, 3—Gifu loam, 4—Arakawa clayey loam,
 5—Konosu clayey loam, 6—Hanamaki clay, 7—Obanazawa clayey loam,
 8—Kurosawaziri clay, 9—Mie clay C₁, 10—Mie clay A₁, 11—Obanazawa clay,
 12—Tottori clay.

* 茲に謂ふ水濕さは風乾土を 105°C に加温したる際に揮散せる水分なり

實驗結果

12 種の試料(礦質土壤及び腐植質土壤各 6 種宛)に就き固着水及び最大含水量並に兩者に關聯せる諸要件を測定し第一表に示すが如き實驗結果を得たり。但し表中の數値は皆乾土に對する重量比を示すものゝす。而して固着水は前記 Dilatometer 法によりて測定し最大含水量は HILGARD 法 [7] によりて測定せり。後者に於ては底に篩板を有する容積 25 c.c 深さ 1 cm の淺き金

屬圓筒を使用せり。尙後の記述に於ては便宜上最大含水量を飽和水と略稱す。

1) 固着水と飽和水との關係

第一表に於ける固着水及び飽和水との關係を一見明瞭ならしめんが爲之を圖式に依りて第二圖とせり。之に依りて兩者の關係を考査するに鐵質土壤(試料 1—6 號)に於ては固着水と飽和水とは互に直線的關係に於て増加するを見るも腐植質土壤(試料 7—12 號)に於ては固着水と飽和水との關係は不規則にして兩者の比は試料 9 號を除き鐵質土壤に於けるよりも著しく低き値を示す。

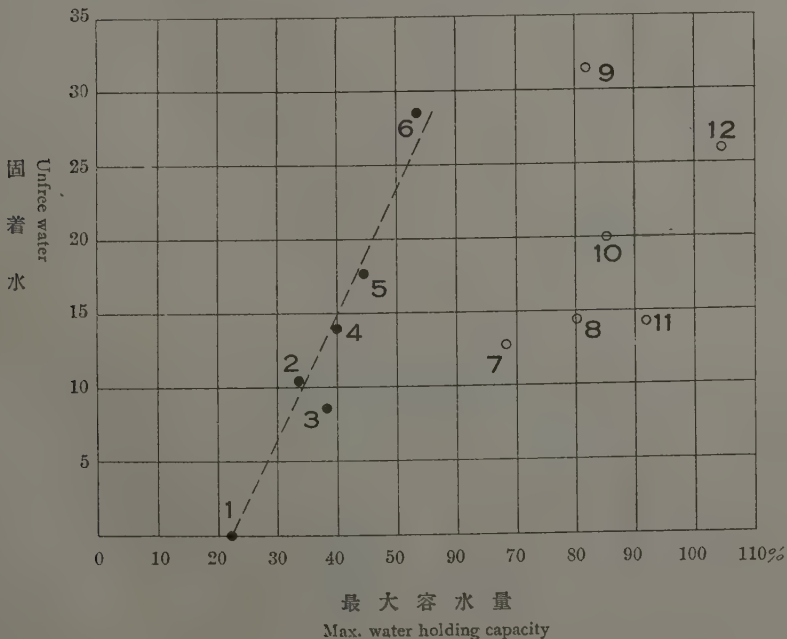
尙參考の爲に 100 gm. の乾土に對する飽和水中の遊離水を算出すれば鐵質土壤に於ては平均 24.3 gm. 腐植質土壤に於ては平均 63.8 gm. にして後者中の遊離水は前者に於けるものの 2.6 倍に該當せり。

2) 固着水と水濕との關係

固着水と水濕の關係は第三圖に於て見るが如く鐵質土壤に於ては固着水

第二圖 固着水と最大含水量との關係

Fig. 2. Relation between the unfree water and the max. water holding capacity.



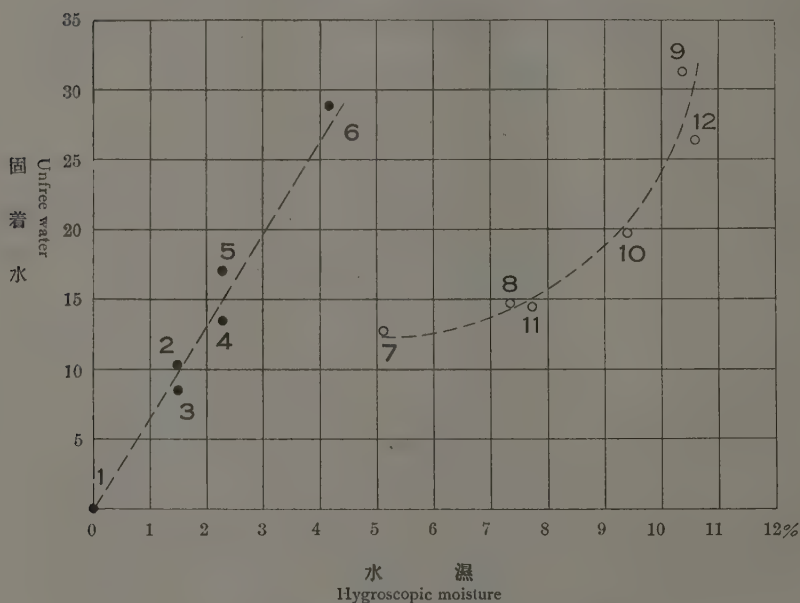
は水濕に比例して増加するも腐植質土壤に於ては兩者の關係は對數曲線をなすを見る。而して鐵質土壤と腐植質土壤との間に於ては上叙の關係は連續せざるものぞす。

3) 固着水と粘土分($<0.01\text{ mm.}$)との關係

第四圖に示されたる固着水と粘土分との關係を考查するに鐵質土壤に於ては固着水は粘土分に比例して規則的に増加し腐植質土壤に於ては稍不規則に増加するを見る。

第三圖 固着水と水濕との關係

Fig. 3. Relation between the unfree water and the hygroscopic moisture.



4) 遊離腐植の固着水に對する實驗

遊離腐植の固着水を檢定せんが爲に MERCK 製 *Acidium humicum* 及び黑澤尻腐植土より分離せる腐植酸 (灼熱殘滓 1.93%) に就きて行ひたる實驗の結果によれば一般土壤の遊離水は -1°C. にて容易に凍結し得るも *Acidium humicum* に於ては 120% の水分を加へて泥狀をなすに至る迄吸水せしめたるものに於ては約 -5°C. 以上の溫度にては凍結せしむるを得ず。10% 以上の *Acidium humicum* を加へて其飽和水に相當する水分を加へたる石英砂に於

ても同様の結果を生ず。而して黒澤尻腐植土より分離せる腐植酸に於ては130%の水分を加へて糊狀をなすに至る迄吸水せしめたるものに於ても約 -12°C 以上の溫度にては凍結せしむるを得ず。

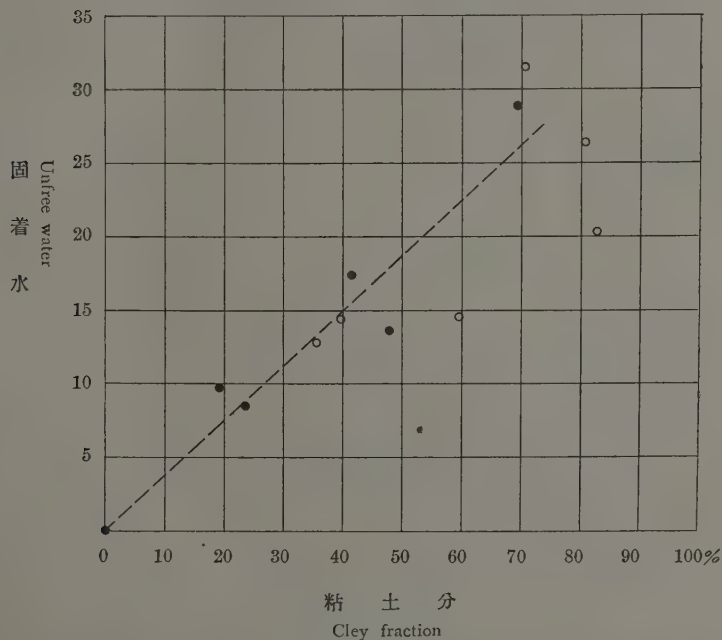
之に依りて見れば上記二種の吸水せしめたる遊離腐植に於ける水分は盡く普通に所謂固着水の形をなすものと認む可し。

5) 風乾土と濕潤原土との固着水の比較

天然の濕潤土壤と風乾土壤とは當然異なる膠質組織を有すべきものにして両者が水に関する性狀を異にす可き事明白なり。今五種の土壤に就き其

第四圖 固着水と粘土分との關係

Fig. 5. Relation between the unfree water and the clay fraction.



風乾土と濕潤原土との固着水を檢定せる結果を擧ぐれば次の如し。

土 壤 名	風乾土の固着水 (-3°C)	濕潤原土の固着水 (-3°C)
岐阜壤土 B	3.6	5.2
花巻埴土 B	13.3	19.8
黒澤尻埴土 B	16.9	23.4
尾花澤埴土 B	15.0	34.3
鳥取埴土	27.0	44.0

之によれば濕潤原土は風乾土に比して固着水著しく多量なるを認む。之れ前者が後者に比して膠質作用強大なるに因るべし。

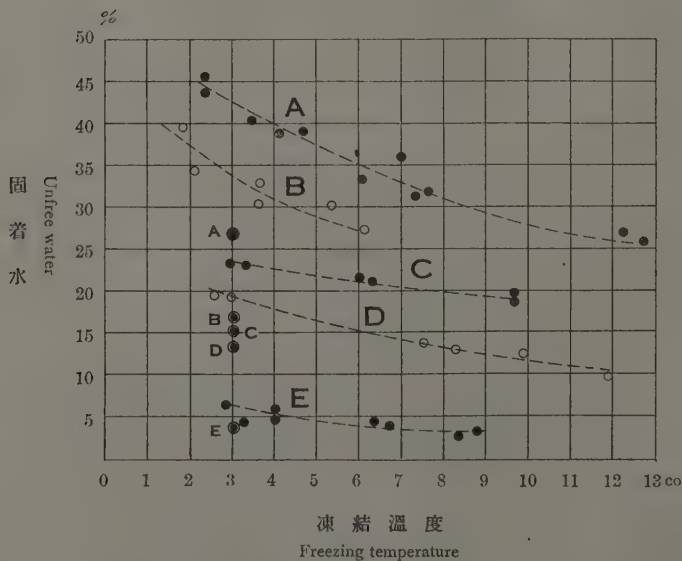
6) 固着水に及ぼす凍結温度の影響

土壤の水分は一般に -4°C 以下に過冷却せしむるを得ざるものにして寒剤の温度約 -4.5°C 以下なるときは寒剤の温度迄冷却せずして冷却の中途にて凍結を始む。然るに固着水の測定は過冷却を必要とするを以て -4°C 以下の温度に於ける固着水は直接に測定するを得ず。而して Bouyoucos [2] は -4°C に於ける多数の土壤の固着水の量は -78°C に於けるそれと殆んど同一なりと論述せり。但しこれは土壤を -78°C 迄冷却せしめたる後之を -4°C 迄温度を上昇せしむるも -78°C に於て凍結せる水分は殆んど融解せずとの見地に基くものとす。著者はこの論據を吟味せんが爲に普通法によりて得たる測定値に補正を行ひ -4°C 以下の低温に於ける固着水の量を算出せり。但し試料には濕潤原土を使用せり。

此實驗に於ては最初土壤を -3°C にて凍結せしめて固着水の量を測定し

第五圖 固着水と凍結温度との關係

Fig. 5. Relation between the unfree water and the freezing temperature.



A—鳥取埴土 B—尾花澤埴土 C—黒澤尻埴土 D—花巻埴土 E—岐阜埴土

○ 風乾態試料 (Air dried samples)

其結果を記録して直ちに Dilatometer を -4°C 以下の温度の寒剤に容れて温度の平衡するに至り寒暖計の示度及び側管の Ligrain の示度を記し次に一層低温の寒剤中に移し斯くて得たる寒暖計及び側管の各示度によりて夫々の温度に於ける固着水の量を算出せり。但し Ligrain の收縮量は前述せる如く其際に於ける Dilatometer 中の Ligrain の占むる容積と Ligrain の膨脹係数とによりて算出せり。其の實驗結果は第五圖の如し。

各土壤に於ける兩者の關係は上圖の如く對數曲線によりて表示する事を得。而して -4°C 以下の低温に冷却する時は固着水は減少し凍結の進行するを見る。此固着水の減少の割合は大なる固着水を有する尾花澤埴土 b 及び鳥取埴土の如き腐植質土壤に於て稍顯著に現はる。而して風乾土の -3°C に於ける固着水は濕潤原土の約 -10°C に於ける固着水と殆んど一致するを見る。此實驗の結果は Bouyoucos の實驗に於て -4°C 以下に於ては固着水の量が殆んど變化せざるの事實と齟齬す。之に依りて見れば風乾土と濕潤原土とは低温に對する關係を異にする事疑なきものの如し。

摘 要

- 1) 數種の本邦土壤に就き所謂固着水に關する實驗を行ひたり。
- 2) 固着水と飽和水との關係は礦質土壤に於て直線的なるも腐植質土壤に於ては不規則なり。
- 3) 固着水と水濕との關係は礦質土壤に於ては直線をなし腐植質土壤に於ては對數曲線をなす。
- 4) 固着水と粘土分との關係は一般に直線的にして腐植質土壤に於ては稍不規則なるを免れず。
- 5) 土壤より分離せる腐植質を糊状とさせるものに於ては約 -12°C に至るまで凍結せざりき。故にその水分は全部固着水に該當せり。
- 6) 濕潤原土の固着水とそれを風乾せるものの固着水とを比較するに前者は後者より著しく大なり。極端なる腐植質土壤に於て特に然りす。
- 7) 濕潤原土の固着水と凍結温度との關係を見るに凍結温度を漸次低下する時は凍結の進行する結果固着水は著しく減少す。

(昭和七年一月二十日)

引用文獻 (Literature cited)

1. BRIGGS, L. J., & SHANTZ, H. L., The wilting coefficient for different plants and its indirect determination. U. S. Dept. Agr. Bur. Plant Ind. Bull. No 230 (1912)
2. BOUYOUCOS, G. T., Classification and measurement of the different forms of water in the soils by means of the dilatometer method. Mich. Tech. Bull. No. 36 (1917)
3. BOUYOUCOS, G. T., & MC COOL, M. M., The freezing point method as a new means of measuring the concentration of the soil solution directly in the soils. Mich. Tech. Bull. No. 24 (1915)
4. PARKER, F. W., The effect of finely divided material on the freezing points of water, benzene, and nitrobenzene. J. Amer. Chem. Soc. No. 43 (1921)
5. KEEN, B. A., A quantitative relation between soil and the soil solution brought out by the freezing point determinations. J. Agr. Sci., No. 9 (1919) [(1921)]
6. BOUYOUCOS, G. T., The amount of unfree water in soils at different moisture contents. Soil Sci. No. 11
7. HILGARD, E. W., Soils (1907)

EXPERIMENTS ON THE "UNFREE WATER" IN SOILS. (*Résumé*)

By Kinjiro YAMANAKA

With twelve kinds of Japanese soils including six mineral and six humus soils, the determination of the "unfree water" has been made by the author according to BOUYOUCOS' method with minor modifications. In Table I (p. 64) are given the results obtained, which may be summarized as follows:

1. The relation between the unfree water and the maximum water holding capacity is linear in the mineral soils, while it is irregular in the humus soils.—See Fig. 2 (p. 65). The humus soils retain smaller quantities of the unfree water for their greater water holding capacity than the mineral soils.

2. The relation between the unfree water and the hygroscopic moisture is linear in the mineral soils, while it is represented by a logarithmic curve in the humus soils.—See Fig. 3 (p. 66).

3. The relation between the unfree water and the clay fraction ($<0.01\text{mm}$) is linear in the mineral soils, while it is also irregular in the humus soils.—See Fig. 4 (p. 67).

4. The humic acid prepared from a humus soil retains moisture so firmly that the water contained by the substance at its half fluid state can not be frozen at the temperature down to -12°C . and consequently is regarded to be entirely the unfree water. (The moisture retained by *Acidium humicum* of MERCK, when treated in the same way, does not freeze at the temperature down to -5°C .)

5. The soil in the field conditions retains the unfree water always in a considerably larger quantities than the same soil in the air-dried conditions. The relation is conspicuous especially in a soil extremely rich in humus.

6. The relation between the unfree water and the freezing temperature is shown by a logarithmic curve in any soil, so far as the temperatures from 0°C . to about -10°C . are concerned. The moisture seems to freeze further at some temperatures lower than -4°C . below which such was not the case in BOUYOUCOS' experiments.—See Fig. 5 (p. 68).

二化螟蟲の胚子の發育に及ぼす硫酸

ニコチンの影響に就いて*

技手 三 坂 和 英

二化螟蟲は本邦稻作の大害蟲なるを以て、その防除方法に就ては調査研究頗る多く、殊に最近に至り誘蛾燈、藥劑驅除又は天敵利用等に關する研究の益進歩しつゝあるを認む。而して從來の諸研究は卵寄生蜂に關するものの外は概して成蟲又は幼蟲に對するものなるも、本報はその標題に見るが如く特に卵期に於ける藥劑驅除の研究に關するものにして、この點に於て一般の螟蟲防除の研究に稍趣を異にする處あるべし。なほこの研究の詳細は最近刊行せられたる農事試験場歐文報告第三卷第三號に掲載せるを以て茲にはその梗概を記述せん。

本研究は次の三次の實驗より成る。その第一は硫酸ニコチンの成分たる硫酸を卵殼の表面に塗沫せる實驗、第二は同様に硫酸ニコチンを塗れる實驗、第三は24時間ニコチン瓦斯内に卵を密封せる實驗なり。而して之等各實驗に於ては勿論比較の標準として無處理のものを置き、産卵後連日胚子の發育狀態を觀察せり。

供試卵及び實驗方法

實驗に供用せる卵は何れも當場飼育室に於て飼養せる母蛾の稻葉又は紙片に産卵せるものなり。産卵は大部分が午後8—10時に行はるるを以て、この時間に産卵せられたるものを實驗に用ひたり。而して之を27°Cの定溫器内に置く時は通常5.5—6晝夜にして孵化するが故に、供試卵は産卵より孵化に亘る日數によりて區別し、産卵翌日の卵を第一日卵、翌々日の卵を第

* Dies ist der japanische Résumé, dessen Bericht schon als "Ueber die Wirkung des Nikotinsulfates auf die Embryonalentwicklung von *Chilosimplex* BUTLER" in Bull. Agr. Exp. Stat. Japan Vol. III, No. 3 veröffentlicht war.

二日卵、以下順次に第五日卵までの五種させり。

供試卵は産卵翌朝より 27°C の定温器に入れ置きたり。而して第一及び第二實驗に於ける藥劑塗抹の際には無處理卵も處理卵と同じく定温器より取出し、處理後再び定温器内に保つ。第三實驗に於ては大約 2 立の硝子壺内に紙片に産付せる卵を懸垂し、之に純ニコチン液を入れ密封し後 27°C の定温器内に 24 時間保置す。瓦斯を除去せる後の處理は前實驗に等し。

卵に塗抹せる藥劑は 0.063—0.013% の 6 種の硫酸及びニコチン含有量 0.09—0.009% (約 444—4040 倍) の 6 種の硫酸ニコチンなり。瓦斯試験に於ては 0.2836—0.0025 mg/L の 7 種の純ニコチンを用ひたり。

實 驗 成 績

まづ無處理卵に於ける胚子發育の過程に就て略記せんに、胚子の形成は第二日卵より認められ、第三日卵に於ては腹部の環節明瞭に現れ、頭部は内側に彎曲し氣室は全卵内の約 $\frac{1}{4}$ を占む。第四日卵に於ては口器、腹眼が認められ多くの刺毛が生ず。また體背部に線狀の斑紋出現し頭部と尾端とは相接して輪狀を呈す。第五日卵に於ける胚子は外觀殆んど幼蟲の初期に等し。即ち觸角を有する頭部及び硬皮板は黃褐色を呈し、氣門及び刺毛は各環節に正規の位置を取り、四對の腹脚は明確に認めらる。

第一實驗 硫酸を塗抹せられたる卵は標準と比較し何等異なる發育過程を採りて孵化せり。之によりて硫酸自體の影響なきを認む。

第二實驗 硫酸ニコチンを塗抹せる場合には胚子の發育遅延し卵期延長する傾向顯著なり。而して淡き藥劑を塗られたる卵は孵化して幼蟲生存し得るも、濃き藥劑を塗られたるものは孵化に至る前に胚子死滅す。この場合特に注目すべきは胚子の死期にして、即ち濃き藥劑 (0.09%) を以てするも螟卵は施劑後直に死することなく、胚子發育の略完了せりと看做すべき第五日卵の状態に於て生命を失ふ。また淡き藥劑 (0.009%) と雖も胚子發育の進める卵に與ふる時は完全に殺卵の目的を達し得たり。此の如く硫酸ニコチンの作用は一方に於てその濃度に關係すると共に、他方に於ては胚子發育上の如何なる時期に施劑するかによりて異なるものとす。而して胚子發育上の何れの過程に於ける卵をも殺し得たるは 0.03% (約 1333 倍) 以上の

濃度を有する硫酸ニコチンにして、之より淡きものは發育の進める卵のみを殺し、初期の卵にはその殺卵力を現し得ざりき。また常に施劑時より死滅時までの時間は發育の進める卵程短し。

第三實驗　瓦斯燻蒸の効果も亦純ニコチンの使用量と燻蒸時に於ける胚子發育狀態とにより異なり、その關係は第二實驗に於けると同様の傾向を示せり。而して何れの卵をも殺し得る純ニコチン量は未だ明ならざるも約0.2836 mg/L 以上を必要とすべし。

考　察

ニコチンが殺卵劑として頗る有効なることは DeSellen により初めて唱へられ、爾來 Lovett, McIndoo, Plank, Fiske, Simanton, Peterson 等の研究相續いて現るに至れり。而して之等の諸研究に就て見るに、適當なる藥劑施用時期に關し大略二種の場合を區別し得るものの如し。即ちその一は新しき卵程多く死滅せるを認めたる場合にして、例へば McIndoo が蠶 (*Bombyx mori*) コツドリリング蛾 (*Laspeyresia pomonella*) コツノケムシの一種 (*Hemerocampa leucostigma*) 及びコロラド馬鈴薯葉蟲 (*Leptinotarsa decemlineata*) 等の卵を使用せる研究の如し。他の一は之と反對に發生の進める卵に於て良効なる殺卵効果を収め得たる場合にして、Peterson のアブラムシ (*Aphis anenae*, *A. poni*, *A. sorbi*) の卵に於ける研究の如し。而して螟卵を以てせる本研究に於ては Peterson の實驗に於けると同一結果を示せるものとす。

次に殺卵機構に就て考ふるに、恐らく未だ之を明瞭に説明せるものなく、また著者の實驗もなほ不充分なるも、茲に上掲の事實に依りて之に關する考察を試みんとす。

まづ藥劑の塗沫が卵の窒息を來せるに非ることは疑なしとす。何となれば若し塗沫せられたる藥劑が卵殻面に薄膜を生じ空氣と卵體との接觸を斷ち以て胚子の呼吸を停止したりとせば、發育初期の卵に於て胚子が先に述べたるが如く第五日卵の状態までその發育を進むること能はざるべし。

次に硫酸ニコチンの化學作用に就て考ふるに、この化合物は理論的には不揮發性なりと稱せらるるも DeOng, Worthley, McIndoo 等の研究によれば多少の揮發は認められ、特に溶液の水素イオン濃度により増減せらるること

こ著し。また McINDOO, 藪田、神津の研究は吸着せられたるニコチンは長時間存在し、容易に除かれ得ざる事實を闡明せり。更にまた DeONG はニコチンの毒作用はその揮發量に正比例するこゝを實驗的に證明せり。次に著者の研究に於ては硫酸ニコチン塗沫試験並に純ニコチン瓦斯試験は何れも同一結果を得、硫酸の直接作用なきこゝ明なれば、藥劑を與へられたる螟卵に於ては硫酸ニコチン夫自體は侵入せず、卵殻表面に吸着せられたる純ニコチン瓦斯が卵の呼吸により吸入せらるるものなるべし。

而してニコチンが特に神經毒なるこゝはこの場合に於て最も興味深き點なりとす。即ちニコチンによりて特に植物性神經(交感・副交感兩神經)は著しく作用せられ、先づ興奮し次いで麻痺に陥るものにして、呼吸及び循環系統の中樞神經の麻痺が死を招來するものなり。従て他の毒瓦斯の如き所謂局處作用は認められず、全然機能作用なりとす。故に神經、氣管兩系統の發達はニコチンの毒作用と密接なる關係にあり。この點に關し既に GRE-ENWOOD は「ニコチンの中毒作用を見るこゝにより生物體の神經系統の發達程度を知り得べし」まで論じたり。上述の如きニコチンの毒作用を本研究に於て觀察せられる事實と照合して考ふる時は、その間に完全なる一致あるを認むべし。即ち死卵は凡て第五日卵の状態を呈せる事實、古き卵に於て最大の殺卵力を認め得たる事實、また濃厚なる藥劑と雖も施劑直後には殺卵し得ざりし事實等は螟卵が神經、氣管の完備せざる發育の初期に於てはニコチンに對する感受性の缺除せるこゝを示し、またその發育進み兩器管の機能開始せりと看做す發育後期に至り、初めてニコチンの毒作用を受けて死滅せるこゝを證明すべし。

最後に本研究の結果を實用上の見地より考察せんに、野外に於ては螟卵の發育状態は一樣ならざるべきを以て、上述の如く胚子發育の何れの過程に於ける卵をも殺し得べきニコチン含有量、即ち 0.03% (約 1333 倍) 以上の硫酸ニコチンを使用するこゝ最も適當なるべしと信ず。

(昭和七年一月五日)

芍 藥 の 疫 病

(露菌科菌類に關する研究、一)

技 師 田 杉 平 司

熊 澤 正 武

目 次

緒 言.....	75
從來の研究並に本病の分布	76
病 徴.....	77
病原菌の分離.....	78
病原菌の形態.....	78
病原菌の生理.....	81
接種試験	88
病斑擴大と溫度との關係.....	89
本菌の比較並に考察	90
摘 要.....	92
引用文献	93
圖版説明	93
英文摘要	94

緒 言

露菌科菌類の寄生によりて起る農園藝作物の病害は頗る多數にして種々恐るべきものあるも、從來本邦に於ては之に關する研究不充分にしてなほ探究を要すべきもの少なからず。依て本場に於ては此種の病害に特に注目し種々の植物に就きてその發病條件、病原菌等を闡明せんがため數年來之が研究を行へり。本報はその研究の一として芍藥の疫病に就て觀察實驗せる所を記述せるものこす。

昭和四年五月初旬當場圃場に栽植せる芍藥に一種の病害發生し多數被害葉の生ぜるを發見せり。然れども從來本邦に於ては芍藥の葉の枯死を來す病害は概して *Botrytis* 菌に起因するものこせられ、本病も亦一見之に酷似せるを以て發見の當初は特に之に注意せざりしも、その後更に之を精査せる

に病徴に於て多少「ボトリチス」病と異なり、且つ被害葉面に何等徴を生ずることなきを認めたり。依て罹病部を用ひて病原菌の分離を行ひたるに一も *Botrytis* 屬の菌を生ずることなく、總て露菌科中 *Phytophthora* 屬に屬せしむべき一種の菌を得たり。而して同菌は本邦に於ては未知の菌種なるのみならず、著者等は露菌科菌類に關し研究中なりしを以て爾來之が形態、生理、病原性等に就きて研究を行ひたり。その結果同菌は先に COOPER 及び PORTER [2] が命名せる *Phytophthora paeoniae* COOPER et PORTER に酷似せるを認めたり。而して本病に就ては嘗て本邦に何等の記録なきを以て之に「芍藥の疫病」なる新稱を與へたり。

從來の研究並に本病の分布

本病は今日迄主として北米合衆國に於て發見せられ、之に關する研究は 1922 年 THURSTON 及び ORTON [10] が Pennsylvania 州 Erie に於て George RAY の發見せる芍藥の被害標本に就て行へるを嚆矢とすものの如し。而して兩氏は同材料に依り病原菌の分離を行ひて一種の *Phytophthora* 屬菌の純粹培養を得、菌の形態並に二、三の培養的性質を研究して數種の既知菌類との比較をなし、更に同菌を用ひて芍藥に對し接種試験を行ひたり。次で同年 WHITE [6] は Kansas 州 Shawnee に於ける發生を報じ、CLINTON [7] は Connecticut 州 Hampden に於て採集せる本病被害標品によりて病原菌の分離を試み、同時に *Phytophthora* 屬菌並に *Botrytis* 屬菌を得たるも、恐らく前者が病原菌にして後者は第二次的に發育せるものなるべしと結論せり。また GARDNER [3] は 1924 年 Indiana 州 Lafayette に於て本病を發見し、1927 年には Leslie PIERCE [2] は同州 Vincennes に於て、更に WHETZEL [2] は New York 州に於て本病の被害を認めたりと云ふ。なほ 1928 年には Leslie PIERCE によりて再び Indiana 州の Vincennes 及び Battle Ground に於て發見せられたり。而して同年 COOPER 及び POTTER [2] は Leslie PIERCE が 1927 年採集せる材料より得たる菌に就て研究を行ひ、その病原菌に *Phytophthora paeoniae* なる新學名を附して發表せり。

以上記述せる如く本病は北米合衆國に於ては Pennsylvania, Kansas, Connecticut, Indiana 及び New York 州等に亘り廣く存在するものの如し。然れ共歐洲各國に於ては未だ何等の報文なきより見れば從來本病に關し注目せられ

さしものの如し。

本邦に於ても嘗て本病に關する記録全く無きは蓋し本病の病徴が識別困難なるにより、從來芍薬の病害は殆ど總て「ボトリチス病」と見做され精細なる研究を缺きしによるものなるべし。然れども今後各芍薬栽培地に就て詳細なる調査をなす時は本病の發生を發見する處多々あるべしと信ず。而して實際に於ても本場に於ける發見以後二、三芍薬栽培地を調査せる結果、昭和六年五月神奈川縣農事試験場、同縣横濱植木會社戸塚試作場、東京市外巢鴨町等に於て芍薬に本病の發生せるものあるを認めたり。

病 徴

(第二圖版 1 及び 2)

本病は五月初旬頃より發生し、盛に蔓延するも七月中旬頃より盛夏の候に至れば一時終熄し、秋季再び發生す。最初發病するは常に地面に近き下葉にして、次で之に隣接せる葉に順次傳染し遂には上部に及ぶ。殊に梅雨期の如く多雨多濕なる時は蔓延速かにして被害著るしきものあり。

發病部位は主として葉にして、その尖端或は周邊より發病するもの多し。而して此の如き位置より發病するは恐らくその部分が最も病斑に接觸する機會多きによるものなるべし。病斑の擴大するに従ひて葉は枯死して下垂し、更に病斑が葉柄に現れ進んで莖部に亘る。之に反し莖より發病を始むるものは殆ど發見せられざりき。なほ菌の接種を行ふ時は芽も亦侵害せられ枯死するに至る處多し。

葉に於ける病斑は最初油浸狀小點として現はれ急激に擴大す。形は初め葉脈によりて限られ稍多角形を呈するも、病斑擴大するに至れば不規則となる。而して病斑の中央部は灰色乃至灰褐色を呈し、周邊に至るに従ひて漸次綠色を増し健全部との境界明瞭ならず。病斑は乾燥すれば褐色となり外觀「ボトリチス病」と酷似す。また莖に於ては黒褐色條斑をなして擴大す。而して本病の病斑には常に病原菌の菌絲を見るのみにして分生孢子及び卵孢子の何れをも認むる能はざりき。

今本病及び「ボトリチス病」の病徴を比較すれば次の如し。

本 病

「ボトリチス病」

- 1) 灰綠色を呈し、油浸狀にして境界明瞭ならず。病斑擴大すれば中央は褐色に乾燥するも周囲は依然油浸狀なり。
- 2) 病葉は下垂するを常とす。
- 3) 徴を生ぜず。

- 1) 多濕なる時は濕潤性なるも褐色にして境界比較的明瞭なり。容易に乾燥し、稍同心環狀の褐色の濃淡輪を生ず。
- 2) 病葉は殆ど下垂することなし。
- 3) 灰色徴を生ず。

以上の如く兩者間に多少の差異あるも、外觀極めて類似せるを以て判別困難なること多し。

病 原 菌 の 分 離

著者等の觀察せる限りに於ては自然狀態に於ける病葉の表面には病原菌の胞子を認め得ざりしを以て、單一胞子による本菌の分離は之を行ふ能はざりき。依て分離に際しては常に罹病組織を使用するの外なかりき。その方法を略記すれば次の如し。

先づ病斑中周囲に近き新鮮なる罹病組織を切り取り、之を50%酒精中に30秒乃至1分間、次で0.1%昇汞液中に2—3分間浸漬して消毒す。然る後之を殺菌水中にて數回洗滌し藥劑を除去す。かく消毒せるものを更に細切しその小片をベトリ皿中の馬鈴薯寒天培養基上に並置せり。このベトリ皿は20°C定溫器内に靜置し組織中に存在する病原菌菌絲の伸長するを待ちたり。以上の如く處理せるものは24時間内外を經過すれば菌絲は白色放射狀に發育を初め漸次菌絲叢は擴大す。約48時間を経過せる時細菌その他の雜菌を混ぜざる菌叢より菌絲の一片を取り試験管中に移植せり。

上記の方法によりて昭和四年(1929)五月二十六日最初の分離を行ひその後秋季に至る迄折々分離を試み何れも同一の菌を得たり。而して本菌の培養は極めて容易にして種々の培養基上に發育するも、通例菌絲の發育良好にして胞子の生成多き馬鈴薯寒天培養基を用ひて培養を續けたり。なほ本報の諸實驗に使用せる菌は總て前記最初の分離に由來せり。

病 原 菌

本病病原菌は先に述べたるが如く被害葉上に胞子を生ずることなきを以て菌絲以外は總て純粹培養せる菌に就て研究をなせり。而して供試菌は20°C定溫器中に於て馬鈴薯寒天培養基上に培養せり。

(1) 菌 絲 (第三圖版 A 及び B.m)

罹病組織中の菌絲は總て細胞間隙を走行し、球形の吸器を細胞内に挿入す。菌絲は稍膨大にして所々に結節狀部を有し良く分岐せり。無色にして顆粒に富み隔壁を缺く。菌絲の幅は $1.8-5.4\mu$ 、平均 3.6μ なり。培養基上に於ける菌絲も無色にしてよく分岐せり。通例隔壁を缺くも培養古くなりし時は往々隔壁を生ず。内容は顆粒に富み所々に小油球を含み、新鮮なるものに於ては原形質の循環する状態を看取し得たり。寒天内に潜入せる菌絲は氣中菌絲に比し常に多量に生成せらる。所々に腫張部を生じ形狀不整にして幅は $3.6-10.0\mu$ と測定したり。氣中菌絲層は外觀短毛天鹅絨狀を呈して培養基面に生じ、無色平滑にして分岐比較的少なく整一なる形狀をなせり。幅は大約 $1.8-5.4\mu$ なりき。

(2) 擔 子 梗 (第二圖版 4 及び第三圖版 B.b)

擔子梗は培養基上のものに於ては觀察困難なりしも、懸滴培養により之を明瞭に認むるを得たり。擔子梗は菌絲より直ちに分岐して生ずる場合あるも、通例伸長せる菌絲の尖端に隔壁を生じ、隔壁によりて區劃せられたる尖端は更に伸長して擔子梗を形成するものにして、一般に菌絲に比して顆粒少なし。而して伸長せる擔子梗は尖端に第一分生胞子を着生す。次で胞子着生部直下に稍腫張せる部分を生じこの部分より更に伸長して第二の分生胞子を生ず。かくして第二、第三の分生胞子を次々に着生す。分生胞子着生數は通例 3—5 個なるも稀に 12—13 を數ふることあり。長さは不定なるも幅は大體氣中菌絲と同様なり。

(3) 分 生 胞 子 (第二圖版 及び第三圖版 B)

分生胞子は上記の如く *Phytophthora* 屬特有の着生をなすも、また時として菌絲の中間に生ずることあり。この胞子を正常の分生胞子と同一視し得べきや否やは尙ほ多少の疑あるも、發芽及び形狀は正常のものと同様なり。

分生胞子の形は長卵形乃至洋梨形をなし、無色にして顆粒に富み、乳頭狀突起を有す。分生胞子の大きさは $18.2-36.4 \times 14.5-29.1\mu$ 、最多員價 $25.5 \times 21.8\mu$ 、平均 $26.3 \times 21.9\mu$ (300 測定)、乳頭狀突起の大きさは $3.6-7.3 \times 1.8-7.3\mu$ 、最多員價 $4.6 \times 2.7\mu$ 、平均 $4.9 \times 3.3\mu$ (300 測定)なり。

分生胞子は井水中に懸滴培養し 20°C の定溫器中に靜置すれば大約 2—12 時間にして發芽す。發芽は游走子による場合(第三圖版 B.j.k)と直接發芽管を以てする場合(第三圖版 B.i.h)とあり。而して前者は概して低溫に培養する時多く後者は反對に高溫に於て多し。

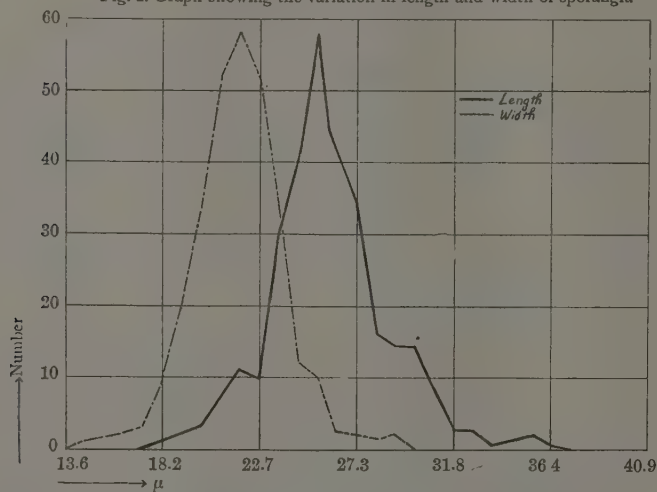
分生胞子より游走子を生ずるに至る過程としては、先づ分生胞子の内容に數多の區劃を生じ、次でその各區劃が個々分離して遂に游走子となる。然る後分生胞子の乳頭狀突起部は開口し、各游走子を胞子外に脱出せしむ。また往々分裂せる胞子内容が一塊となりて胞子外に流出し、然る後初めて各游走子が個々分離することあり。胞子外に脱出せる游走子は腎臟形をなし、凹曲せる部分の中央に近く生ぜる二本の

鞭毛によりて活潑に運動す。而して孢子外に脱出せる後數十分乃至數時間を経れば静止して球狀となり、次で發芽管を以て發芽す(第三圖版 B.1)。一個の分生孢子より生ずる游走子の數は4—12個にして、静止せる時の游走子は直径 $5.5-7.2\mu$ (最多 6.4μ) を有せり。

又發芽管を以て發芽する場合には發芽管は通例乳頭狀突起の基部より生ずるも往々孢子側面の任意の位置より生ずることあり。而して一孢子より生ずる發芽管の數は通常一個なるも(第三圖版 B.i) 往々多數を生じ一見金平糖狀を呈することあり(第三圖版 B.h)。發芽管は一般に分岐少なく顆粒に富み幅 $1.8-4.5\mu$ を有し、その儘伸長する場合(第二圖版 6) 僅に伸長せる後第二次分生孢子を生ずる場合とあり(第二圖版 5)。

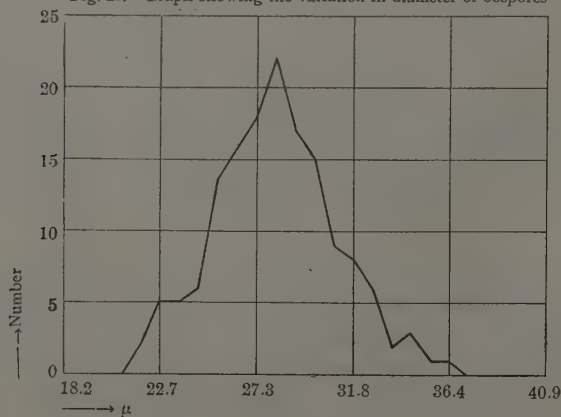
第一圖 分生孢子の大きさ

Fig. I. Graph showing the variation in length and width of sporangia



第二圖 卵孢子の大きさ

Fig. II. Graph showing the variation in diameter of oospores



(4) 有性生殖器官 (第二圖版 B. f. g 及び第一圖版 3)

有性生殖器官は被害植物上に於ては遂に現はれざりしも培養基上に於ては容易に之を生じ精査するを得たり。

藏卵器は菌絲の先端に生じ無色にして顆粒に富み球狀を呈す。藏精器は藏卵器と同一菌絲分岐して生じ或は附近の菌絲の先端に生じ無色にして杓子狀乃至皿狀をなし藏卵器に附着する部分は稍扁平にして凹曲せり。藏精器の藏卵器に附着する位置は前者の基部なること (Amphigyny) と側面なること (Paragyny) とありて一定せず。藏卵器の直徑は $24.5-40.0\mu$ 、平均 31.8μ (150 測定) を有し、藏精器は $9.1-14.5 \times 6.4-14.5\mu$ 、平均 $11.5 \times 9.7\mu$ (150 測定) を有せり。

卵胞子は一藏卵器中に一個生じ、略球形にして内容は顆粒に富み厚膜 (範圍 $0.9-3.6\mu$ 、平均 1.8μ (150 測定) を以て覆はる。色は初め無色なるも成熟するに至れば淡黃褐色を呈す。その直徑は $21.8-36.4\mu$ 、最多員價 28.2μ 、平均 28.2μ (150 測定) あり (第二圖)。卵胞子は少量の馬鈴薯寒天培養基を「デツキグラス」に塗りしものに播下し放置せしに、發芽管 (幅 2.7μ) を以て發芽せるものあるを認めたり。

(5) 厚膜胞子 (第三圖版 B. c, d, e)

厚膜胞子は培養基上に於て隨所に多數生ず。球形にして厚膜を有し、初め無色なるも後には淡黃褐色を呈するに至る。その直徑は範圍 $18.2-42.7\mu$ 、平均 30.6μ (100 個測定) なりき。

厚膜胞子を懸滴培養すれば容易に發芽管を抽出して發芽す。發芽管は一ヶ所より一本を生じ或は數ヶ所より放射狀に生じて金平糖狀をなすことあり。發芽管はその儘伸長し、或は再び厚膜胞子を生じ又は分生胞子を着生することあり。

病原菌の生理

(1) 培養基 (第四圖版 2)

下記 12 種の培養基上に菌を移植してその發育及び氣中菌絲、各種胞子の生成に就て調査を行ひたり。培養基は何れも 10 c.c 宛を取りて「ペトリ」皿内に注加し、之に豫め 20°C 定溫器内に於て馬鈴薯寒天培養基上に一週間平面培養せる菌叢の小片を移植せり。而して發育せる菌叢は二日目、四日目及び五日目に測定し、氣中菌絲は一週間目、各種胞子は二週間目に調査せり。なほ各種培養基に就きて一回に五個の培養を使用し三回の實驗を繰り返せり。その培養基の種類及び處方は次の如し。

- A. 「オートミール」寒天培養基 (PETHYBRIDGE [8] に據る)。「オートミール」—200 gr.
寒天—13 gr. 蒸溜水—1000 c.c B. 菜豆寒天培養基 (CLINTON [1] に據る)。菜豆—50 gr.
寒天—10 gr. 蒸溜水—500 c.c C. 菜豆寒天培養基 (菜豆を其儘 1 時間煮沸せる

煮汁を用ふ)。菜豆—50 gr. 蔗糖—10 gr. 寒天—8.5 gr. 蒸溜水—500 c.c. D. 「コーン・ミール」寒天培養基 (CLINTON [1] に據る)。「コーン・ミール」—50 gr. 寒天—10 gr. 蒸溜水—500 c.c. E. 馬鈴薯寒天培養基。馬鈴薯—200 gr. 蔗糖—20 gr. 寒天—17 gr. 蒸溜水—1000 c.c. F. 乾杏寒天培養基 (pH 3.7—4.5)。乾杏—25 gr. 寒天—35 gr. 蒸溜水—1000 c.c. G. 乾杏寒天培養基 (京大の方法に據る)。乾杏—150 gr. 寒天—35 gr. 蒸溜水—1000 c.c. H. 齋藤氏醬油寒天培養基。葱煮汁—10 c.c. 醬油—5 c.c. 蔗糖—5 gr. 寒天—1.7 gr. 蒸溜水—85 c.c. I. 三好氏醬油寒天培養基。葱煮汁—25 c.c. 醬油—20 c.c. 蔗糖—5 gr. 寒天—1.7 gr. 蒸溜水—55 c.c. J. LEONIAN 氏合成培養基 [4]。Nucleic acid—1.0 gr. Dihydrogen potassium phosphate.—0.6 gr. Magnesium sulphate—0.3 gr. Dextrose—3.6 gr. Dist. water—1000 c.c. Agar—17 gr. K. 芍藥莖葉煮汁寒天培養基。芍藥莖葉—200 gr. 寒天—17 gr. 蒸溜水—1000 c.c. L. 寒天。洗滌寒天—1.7 gr. 蒸溜水—100 c.c.

第一表 培養基の種類と菌の發育との關係

Table I. The growth of the fungus on culture media

培養基の種類 Culture media	菌 叢 Colony (mm.)			氣中菌絲 Aerial mycelium	胞子の生成 Production of spores after 2 weeks	
	二 日 目 2 days	四 日 目 4 days	五 日 目 5 days		分生胞子 Sporangium	卵 胞 子 Oospore
A	22.5 × 20.5	49.0 × 47.5	61.5 × 61.5	+	+++	+++
B	22.0 × 22.0	51.5 × 51.5	61.0 × 61.0	++	++	++
C			26.0 × 26.0	++	+	+
D	25.0 × 24.5	51.0 × 50.5	61.0 × 61.0	+	+	+++
E	17.0 × 16.5	34.0 × 32.5	43.0 × 43.0	+++	++	++
F			28.0 × 27.0	—	—	—
G	—	—	—	—	—	—
H	7.0 × 7.0	25.0 × 25.0	31.0 × 31.0	±	±	—
I	—	—	—	—	—	—
J	6.0 × 6.0	14.0 × 14.0	17.0 × 17.0	—	—	—
K	—	—	—	—	—	—
L			19.0 × 18.0	—	—	—

Notes: A.—Oat meal agar after PETHYBRIDGE. B.—Bean agar after CLINTON. C.—Bean agar. D.—Corn meal agar after CLINTON. E.—Potatojuice agar. F.—Apricotagar. G. Apricot agar. H.—SAITÔ'ssoj-onion agar. I.—MIYOSHI's soj-onion agar. J.—LEONIAN's synthetic agar. K.—Peony extract agar. L.—Washedagar.

本實驗の結果は第一表に示せり。而してこの實驗結果並に種々の觀察を概括すれば次の如し。

A. オート・ミール寒天培養基。本培養基に於ける菌の發育は比較的良好にして菌叢の擴大亦速かなり。而して發育當初は主として寒天中に潛入せる菌絲を生ぜるが後には氣中菌絲を生ずるもその量少なし。菌叢の區劃は明瞭にして周邊は稍波狀をなせり。分生胞子及び卵胞子の生成は最も速かにして且つ多量なりしも厚膜胞子は比較的少數なり。

B. 菜豆寒天培養基。本培養基に於ては發育最も良好にして菌叢の擴大速かなり。

菌叢は密に繁殖し、氣中菌絲は白色にして天鵝絨狀を呈し稍長く且つ所々に特に密なる部分を生じて點々白色斑を作り、寒天内潛入菌絲は比較的少量なり。分生孢子、卵孢子及び厚膜孢子共に生成比較的少なし。

C. 菜豆寒天培養基。發育稍不良にして菌叢の擴大も遅く、且つ菌叢密なれど氣中菌絲短く僅に天鵝絨狀を呈し周邊は波狀をなせり。孢子生成は前者と略同様なり。

D. 「コーン・ミール」寒天培養基。發育稍良好にして菌叢の擴大速かなるも密度薄く且つ氣中菌絲比較的少量に潛入菌絲多し。菌叢の周邊は滑かにして波狀をなさず。分生孢子及び厚膜孢子は少なきも卵孢子は多數生成せられたり。

E. 馬鈴薯寒天培養基。菌叢の擴大は A. B. 及 D に及ばざるも密度大にして發育良好なり。寒天内潛入菌絲は比較的少なきに反し、氣中菌絲は供試培養基中最も密に生じて白色短毛天鵝絨狀を呈し、周邊は平滑なり。孢子の生成は良好にして卵孢子は移植後 3-4 日目 分生孢子は 5 日目に生じ、更に後れて厚膜孢子も亦生ぜり。

F. 乾杏寒天培養基。發育極めて不良にして菌絲は薄く寒天に蔓延し、各菌絲は個々にその樹枝狀をなせる形態を観察するを得たり。氣中菌絲も全く生ぜず且孢子も生ずることなかりき。

G. 乾杏寒天培養基。發育せず。

H. 齋藤氏醬油寒天培養基。發育不良なり。菌叢は比較的密なるも外觀濕潤にして周邊は稍波狀を呈し、氣中菌絲を全く缺き孢子を生ぜざりき。

I. 三好氏醬油寒天培養基。發育せず。

J. LEONIAN 氏合成培養基。發育不良にして樹枝狀をなせる菌絲を放射狀に併列して生じ、氣中菌絲及び孢子を生ずることなし。

K. 芍薬莖汁寒天培養基。移植せる菌は接種點に於て褐變して死滅せり。

L. 寒天。僅かに樹枝狀をなせる菌絲を放射狀に生ずるも氣中菌絲及び孢子を生成することなかりき。

以上記述せる如く本實驗に供用せる 12 種の培養基中、本菌の發育に最も適當せりと認むべきは CLINTON [1] の方法に據りたる菜豆寒天培養基(B)にして、之に次で馬鈴薯寒天培養基(I)、*「オート・ミール」*寒天培養基(A)を擧ぐべく、以下「コーン・ミール」寒天培養基(D)、菜豆寒天培養基(C)の順位にして之等は何れも相當良好なる菌の發育を示せり。齋藤氏醬油寒天培養基(H)、乾杏寒天培養基(F)寒天(L)、LEONIAN 氏合成培養基(J)には多少の發育をなせるも極めて不良にして、乾杏寒天培養基(G)、三好氏醬油寒天培養基(I)及芍薬莖莖汁寒天培養基(K)には全く發育せざりき。而して(I)に於ては養分の不足に依り、また(F),(G),(H),(I),(J)は酸性強きため、何れも結果不良なりしものの如し。なほ(K)に於ては芍薬組織中に含有する Paeonol が培養基中に溶出

せるため菌の發育を阻止せるに非るかゝ考へらる。

(2) 温 度 (第四圖版 1)

馬鈴薯寒天培養基に菌を移植し、之を11種の恒温室内に靜置して菌の發育、胞子の生成等に就て調査せり。而して温度は冷蔵室内及び同室内に於ける定温器によりて $-1-+1^{\circ}\text{C}$. 及び 5°C に調節し、更に適温器を用ひて 6° , 10° , 13° , 17° , 20° , 23° , 26° , 29° , 33°C の恒温室を作りたり。試験に際しては先づ培養基を10cc宛各「ペトリ」皿(内徑6.8cm)に注加し、之に豫め 20°C 定温器内に於て馬鈴薯寒天培養基上に1週間平而培養せる菌叢の小片を移植せり。調査は培養を初めて後3日目及び7日目に菌叢の直徑を測定し、氣中菌絲及び胞子の生成は二週間後に觀察せり。而して各温度毎に5個の「ペトリ」皿を使用し、三回の實驗を行ひてその平均を求めたり。

第二表 菌の發育と温度との關係
Table II. Effect of temperatures upon the growth of the fungus

温 度 Temperature	菌 叢 直 徑 (mm) Diam. of colony		氣 中 菌 絲 Aerial mycelium	分 生 胞 子 Sporangium	卵 胞 子 Oöspore
	3 日 目 3 days	7 日 目 7 days			
$-1\sim+1$	—	—	—	—	—
4.5	—	±	—	—	—
6.0	±	6	—	±	±
10.0	11	25	±	±	±
13.0	19	39	+	+	+
17.0	24	42	+++	++	++
20.0	27	48	+++	+++	+++
23.0	30	56	+++	++	++
26.0	32	61	++	++	++
29.0	6	19	+	±	±
33.0	—	—	—	—	—

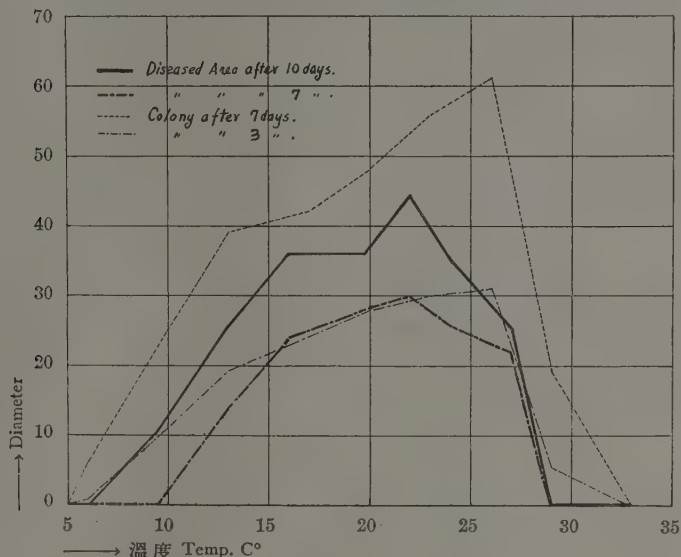
備考 一、發育せず、氣中菌絲、分生胞子、卵胞子を生せず。
 ±、僅かに發育す、氣中菌絲、分生胞子、卵胞子を僅かに生す。
 +、發育す、氣中菌絲、分生胞子、卵胞子を生す。
 實驗施行期日、7~26/XII, 1929. 8/XI~13/XII, 及 21/XI~27/XII, 1930.

本實驗の成績は第二表に示さる。本表及び他の觀察の結果に依り菌の發育狀況を記述すれば次の如し。

(イ)、菌發育の範圍並に菌叢の擴大度。本菌は $-1-+1^{\circ}\text{C}$ に於ては全くその發育を認むる能はざりしも、 4.5°C に至り培養開始後1週間目に初めて少量の菌絲が新成せられしを見たるに過ぎざりしが、温度の上昇するに従ひて漸次菌叢の擴大速になり 26°C に至りて最大に達せり。更に温度上昇すれば却て菌叢小さなり 29°C に於ては急激に菌叢の擴大度衰へ、 33°C に至れば全く發育をなさざりき。之より見れば本

第三圖 菌叢並に病斑の擴大と温度との關係

Fig. III. Graph showing the relation of the temperatures to the development of the colonies grown on Potato agar and the diseased area on Peony leaves.



菌の發育温度は大略 4.5—33°C 内にして、菌叢の擴大度最も大なるは 26°C 附近にあるものと認むるを得べし。

(ロ) 氣中菌絲、潛入菌絲及び菌叢の密度。氣中菌絲は潛入菌絲に比して一般に少なく、通例 *Phytophthora* 屬に見る如き白色綿毛狀をなさずして、常に短毛天鵝絨狀を呈せり。而して氣中菌絲は 17°, 20° 及び 23°C に於て最も多量にして三者殆ど相等しく、26°C 稍劣り、13°C に於ては相當減少を示し、29° 及び 10°C にては極めて僅かにその生成を認め、6°C 及び 4.5°C に至りては全く之が存在を見る能はざりき。また潛入菌絲は 20°C 附近に於て最も少なく、低温並に高温に向ふと共に増加するを認めたり。即ち氣中菌絲及び潛入菌絲は 20°C を中心とし相反比例して増減する傾向を示せり。次に菌絲發育の疎密を見るに 17°C 及び 20°C 最も密にして、23°C 及び 13°C 之に次ぎ、26°C に於ては稍疎となり、10°C は更に劣り 6°C に於ては極めて疎にして樹枝狀に伸長せる個々の菌絲を認むるを得たり。

(ハ) 菌絲の形狀。菌絲の形狀は温度の變化するに従ひて著るしく異なり、一般に温度上昇するに従ひて所々に腫張せる瘤狀部を生ぜり(第三圖版 A)。即ち 6° 及び 10°C に於ては一般に菌絲は整一にして腫張部を生ずること殆どなかりしが、13°C に至り小腫張を僅かに散見せり。17°C に於ては腫張部はその數を増すと同時に膨大せる短枝を生じ、20°C, 23°C にては一層その數を増加し、腫張部は更に膨大せり。26°C に至れば即て短枝數を減じたるも腫張部は益大となり、顆粒狀内容を充實せり。30°C 内外に於ては更に膨大し、往々この部分は破裂して内容流出せるものあるを認めたり。

(二) 胞子の生成 卵胞子及び分生胞子の生成は 20°C 最も速かにして、菌の移植後 3~4 日にして既に卵胞子を認め、5 日目分生胞子の生ぜるを見たり。次で 23°C 及び 17°C に生じ、 26°C に於ては稍遅れ、 13°C に在りては大約 10 日後之が生成を見、 10° 及び 6°C には約 1 ヶ月後始めて少數の胞子を生ぜり。而して 4.5° 及び 29°C に於ては數ヶ月を経過するも卵胞子或は分生胞子の何れをも見る能はざりき。次に之等の胞子の生成量を見るに、 20°C に於て最も多量にして、 17°C 及び 23°C は稍劣り、 13°C は更に減少し、 10° 及び 6°C にては極めて少數の生成を認めたるに過ぎず。また厚膜胞子はその生成上記胞子とは稍異なり 6° 、 13° 及び 26°C 附近に於て最も多く、 17° 、 20° 及び 23°C は却て少なく、 4.5° 及び 29°C にては全く發見する能はざりき。

本菌は一般に發育可良なる場合は菌叢蜜にして氣中菌絲を多量に生じ潛入菌絲少なく菌絲は適度の腫張と分枝を有せり。且つ分生胞子の生成は良好にして原膜胞子を殆ど生ぜざるを常とせり。而して環境不良なるに従ひて上記の事項に反する發育をなせり。之等の事情を考慮して上記實驗成績を見るに 26°C に於ては菌叢の擴大度最も大なりしと雖も、その他の發育狀況稍不良なるものと認むべく、却て擴大度之より劣りたるも 23°C 附近に於て一層可良なる發育をなすものと考へらる。更に後述病斑の擴大と温度との關係に就て見るに、病斑は 22°C に於て最も旺盛なる擴大を示し、 24° 及び 27°C は著るしく劣り、寄主體上に於ける菌の發育は 22°C 内外に於て最も好適なることを證し上述せる所と一致せり。

以上述べたる所を總合して考ふれば本菌發育の最適温度は 23°C 附近にあるものと見做すこと至當なるべし。而して本菌發育温度の範圍は $4.5-33^{\circ}\text{C}$ の間にあるものと考へらる。

(3) 培養基の水素イオン濃度 (第四圖版 3)

馬鈴薯寒天培養基に $\frac{N}{10}$ HCl 及び NaOH を注加して數種の pH 價を有する培養基を作り、之を各「ベトリ」皿に 10 c.c 宛注ぎ、寒天の固定せる時豫め 20°C 定温器中に於て馬鈴薯寒天培養基上に一週間平面培養せる菌叢の薄片を移植せり。然る後此「ベトリ」皿は 20°C 定温器内に靜置し、一定日時毎に菌叢の直径を測定し、且つ胞子生成、氣中菌絲量等に就て觀察せり。而して各 pH 毎に 5 個の培養を用ひ、その平均を取りたり。

本實驗の成績は第三表に示す所の如し。而してこの實驗結果並に種々の觀察を總括して菌の發育狀況に關して記述すれば次の如し。

第三表 菌の發育と水素イオン濃度の關係
Table III. Effect of pH of the media upon the growth of the fungus.

pH	菌 叢 直 徑 Diam. of colony (m.m.)			氣 中 菌 絲 Aerial mycelium	分生孢子,卵孢子 Sporangium, Oöspore
	三 日 目 (3 days)	五 日 目 (5 days)	十 日 目 (10 days)		
3.3	±	16	38	—	—
4.1	19	38	74	+	±
4.7	19	39	74	+	+
5.5	19	38	74	+++	+++
5.9	18	36	69	+++	+++
6.4	18	34	69	+++	+++
7.3	17	33	68	++	++
8.1	13	29	63	—	—
8.3	11	29	63	—	—

(イ) 菌叢の擴大度。菌叢の擴大は pH 4.1—5.5 最も大にして、5.9 及び 6.4 之に次ぎ、以下 7.3, 8.1, 8.3, 3.8 の順序に小さなりたり。而して「アルカリ」側に於ては一般に菌叢の擴大は大なる差異を示さざりしも、酸の側に於ては 3.8 に至り急激に擴大度衰へたり。

(ロ) 菌叢密度及び氣中菌絲。pH 5.5 乃至 6.4 に於て最も密度大にして、之より「アルカリ」を増すに従ひ菌叢は薄くなり、8.3 にては極めて薄く菌絲は培養基の表面に放射狀に蔓延せるに過ぎざるに至れり。また酸の側に於ては 4.1 に於て稍 5.5 より薄く發育せるも、3.3 に至りては却て密度を増せる傾向を示せり。氣中菌絲は pH 5.9 に於て最も多く、5.5 及び 6.4 は前者と殆ど差異なく、7.3, 4.7 之に次ぎ 4.1 にては稍少なく、以下 3.3, 8.1, 8.3 の順序に減少せり。

(ハ) 孢子の生成。分生孢子及び卵孢子は pH 5.5—6.4 に於て最も多量に生成せられ、次で 7.3, 4.7, 4.1 の順序に生成量を減じ、8.1, 8.3 及び 3.3 に於ては全く之が生成を認めざりき。

本實驗に於ても前項に述べたる如く、菌叢の擴大度のみによりその發育を比較するは稍穩當を缺くものにして、なほ他の事項を參考とすること必要なり。依て上述の實驗結果を總括して考察すれば、本菌の最も良好なる發育をなす水素イオン濃度は pH 5.5—6.4 の附近なるべく、之より酸或は「アルカリ」度を増すに従ひて發育は順次不良となるものと思惟せらる。

(4) d-Glucose の濃度 (第四圖版 4)

馬鈴薯寒天培養基(寒天は特に良く洗滌せり)に「メルク」製 d-Glucose を夫々 0, 2, 5, 10, 15, 20, 30, % の割合に加へたる培養基を作り、之を各「ベトリ」皿に 10 c.c 宛注加し寒天の固定せる時、豫め 20°C 定溫器内に於て馬鈴薯寒天培養基上に 1 週間平面培養せる菌叢の小片を移植せり。然る後之を 23°C 定溫器内に靜置してその發育狀況を觀察せり。

實驗成績。本菌は5%の糖分濃度を有する培養基上に於て發育後も可良にして、氣中菌絲も多く菌叢最も密に蕃殖し接種點を中心に星章狀斑を兩腋に生じ周邊は比較的平滑なりき。分生孢子、卵孢子も速かに且つ多量に生成せられたり。次で2及び10%のもの發育良好にして5%のものに大差なく、以下15, 0, 20, 30%の順序にて發育不良となりたり。而して糖分減するに従ひて星章狀斑は消失する傾向を示し、2%にては稍不鮮明となり、0%にては殆ど之を認むる能はずして放射線狀發育をなせり。營養周邊は糖分含量の減少と共に漸次平滑度を増加せるも氣中菌絲の減少は著るしてらす。また糖分増加せる場合には星章狀斑は漸次波狀乃至雲狀斑に變ずるものの如く、10%にては稍斑薄くなり、15%にては斑の尖端鈍圓となり、20%にては稍雲狀を示し、30%にては星章狀形を全く失ひて波狀乃至雲狀をなせり。且つ氣中菌絲も漸次減少する傾向を示し30%にては全く之を主ぜずして菌叢は濕りたるが如き狀を呈し、主として寒天中に發育せり。

接 種 試 験

I. 芍藥に對する接種。

(1) 芽。 27/4, 1930 溫室内に於て5芽に穿刺し純粹培養せる本菌の菌絲を用ひて接種を行ひたり。然るに接種後3日目に5芽全部に油浸狀帶褐斑を生じ、6日目には内2芽は腐敗枯死するに至れり。

(2) 莖、葉。

イ) 24/4, 1930. 溫室内に於て葉20ヶ所、莖6ヶ所に穿刺接種し、二日間硝子鐘を以て覆ひ置きたるに何れも發病し本病獨特の病徴を呈せり。

ロ) 4/5, 1930 圃場に於て8葉に穿刺接種し2日間ペーパー紙にて覆ひ置きたるに接種後3—5日にして何れも油浸狀病斑を形成せり。

ハ) 5/6, 1930 硝子室内に於て、馬鈴薯寒天培養基上に2週間培養せる菌叢を用ひて作りたる分生孢子浮游液を5葉に撒布接種せり。而して植物は3日間硝子鐘にて覆ひ、溫度を23°Cに保てり。

本實驗に於ても5葉共に1週間目に病斑を現はし發病せり。

II. 牡丹に對する接種。

4/6, 1930. 硝子室内に於て莖、葉各5ヶ所に純粹培養せる本菌の菌絲を用

て穿刺接種し、2日間接種部を水を含ませたる脱脂綿にて覆ひ置きたるに、3日目頃より病斑を現し何れも良く發病し、芍藥の場合に劣らざる病勢を示せり。而して葉部の病斑は油浸狀に擴大し、遂には葉柄を傳はりて莖部を犯すに至り、更に莖部の病斑は黒褐色を呈して上下に増大し、甚しきものは全莖の枯死を來せり。

III. 蕃茄、茄、馬鈴薯、蕃椒、藤豆及び菜豆に對する接種。

¹⁵/VIII. 1931. 穿刺し菌絲を以て接種し 25°C に保てり。

1) 蕃茄。莖葉に接種せる場合には3日目に病斑を形成せるも果實に於ては接種點に於て小斑を生ぜるのみにして病斑は擴大せざりき。

ロ) 茄。莖、葉、果實共に小斑を形成せるも病斑は擴大せず。

ハ) 馬鈴薯。塊莖に發病せず。

ニ) 蕃椒。莖、葉、果實の何れにも發病せず。

ホ) 藤豆。莖、葉、莢共に發病せず。

ヘ) 菜豆。莖、葉、莢共に發病せず。

以上の實驗に於て明かなる如く本菌は芍藥及び牡丹に於ては殆ど差異なく發病し、且つ蕃茄の莖、葉をも侵害し得るものの如きも、蕃茄の果實、茄、馬鈴薯、蕃椒、藤豆、菜豆は全く侵害し得ざるものと認むべし。

發病と溫度との關係

成長度略等しき芍藥葉を採取して流水にて洗滌し、次で 0.1% 昇汞液中に 1—3 分間浸漬して葉面を消毒せる後殺菌水を以て數回良く洗ひて藥劑を洗除せり。然る後各種溫度に調節せる恒溫室内に靜置之に豫め 20°C 定溫器内に於て馬鈴薯寒天培養基上に 1 週間平面培養せる菌叢を少許取りて穿刺接種し、發病並に病斑の擴大を観察せり。而して溫度は適溫器を用ひて、9.5, 13.0, 16.0, 19.5, 22.0, 24.0, 27.0, 29.5, 及び 32.5°C に調節せり。

本實驗の成績は第四表及び第三圖に示す如し。而してこの實驗結果並に觀察を概括して述べれば次の如し。病斑の最も速かに現はれたるは 22°C なりしも接種後 3 日目に至れば 19.5~27°C の間に於ては何れも明瞭に發病し、13 及び 16°C 區は 5 日目に病徴を認め、9.5°C に於ては發病著るしく遅れ 9 日目に始めて病斑を認めたり。然れども 29.5 及び 32.5°C 區のものは 10 日を經過するも遂に何等發病の徴を示すことなかりき。

第四表 發病と溫度との關係
Table IV. Effect of temperatures upon the development of the blight

溫度 (C°) Temperature	病 斑 の 大 さ (m.m) Size of the infected area				
	3 日 目 3 days	5 日 目 5 days	7 日 目 7 days	9 日 目 9 days	10 日 目 10 days
9.5	—	—	—	+	12×10
13.0	—	+	15×13	24×18	29×23
16.0	—	+	28×20	34×26	40×32
19.5	+	+	33×22	36×28	40×32
22.0	+	+	32×28	40×36	49×40
24.0	+	+	29×22	36×28	39×32
27.0	+	+	26×21	27×23	27×24
29.5	—	—	—	—	—
32.5	—	—	—	—	—

備考 實驗施行期日 26/V—5/VI, 1930

各溫度毎に 5 葉を供試し其平均を求め表示せり。

病斑の擴大度も亦 22°C に於て最も大にして、接種後 10 日目には 49×40 m.m. に達し、19.5, 16.0, 24.0°C 之に次ぎ、13.0, 27.0, 9.5°C の順序に病斑の擴大遅くなりたり。而して 22°C 以下に於ては何れも正常の病斑を形成し益増大する傾向を示せるが 24°C に於ては周邊の區劃稍明瞭となり且つ病斑の發達當初に比し著しく劣るに至り、更に 27°C にては健全部との境界一層判然とし接種後 9 日目頃より殆ど病斑擴大せずして「ボトリチス」病の病徴に酷似するに至れり。

上述の結果によりて考察するに本病の寄主植物侵害に最も適當なる溫度は 22°C 内外なるべく 16, 19.5 及び 24.0°C 等はなほ相當好適なるものと認むるを得べし。更に 13°C, 9.5°C 等低温に於ては發病遅るも漸次蔓延する傾向を有するに反し、27°C 等高温に於ては一旦形成せられたる病斑も中途にて發達を停止し、更に溫度上昇し 29.5°C 以上に至れば全く發病せざるものの如し。而して之等の關係を考慮すれば本病が初夏著るしく蔓延するも盛夏に至りて一時終熄し、秋期再び發生する事情も自ら了解せらるべし。

本菌の比較並に考察

以上の實驗成績により、本菌を從來記載せられたる芍藥の疫病菌及び二、三類似菌との比較、並に之に關する考察に就て次に記述せん。

初めて THURSTON 及び ORTON [10] により記載せられたる芍藥寄生菌 *Phytophthora* かに就て分生胞子の形態 (第五表) 並に培養基上の蕃殖狀態を本菌の場合と比較するに兩者が頗る近似せるを認む。たゞ前者に於ては卵胞子を培養基

上に於ても認むる能はざりしものの如く、この點本菌と異なるを以て果して兩者が全く同一菌種なりやなほ多少の疑あるも、病徴、病原菌の寄生性等に就ても亦兩者が相酷似せるによりて考ふれば、恐らく兩菌は同種と見做して誤なかるべし。

また COOPER 及び PORTER [2] の記述せる *P. paeoniae* 菌の病徴、寄生性、培養的性質等を見るに本菌の場合と酷似せり。更にその發育溫度の範圍 14—34°C、適溫 22—26°C なること、水素イオン濃度の最適値 pH 6.6 附近なることも亦本菌と略一致せり。形態的には第五表に示すが如く、卵孢子、厚膜孢子、菌絲、吸器等の大きさ並に形狀は略同様なるも分生孢子が多少本菌より大なる傾向を示せり。然れどもこの種の孢子の大きさは極めて變異に富むが故に此の如き小異のみよりして兩者を異種とするは必しも妥當ならざるべし。

之を要するに COOPER 及び PORTER の記述せる *P. paeoniae* も亦恐らく本報に於ける菌と同種なるべし。

更に本菌を他の *Phytophthora* 屬菌類と比較するに分生孢子の大きさに於ては *P. infestans* [9] は本菌に稍類似せるも、LEONIAN [5] によれば兩者相當の差異あるが如く、また卵孢子は [8] 兩菌が略同様の大きさを示せり。然れども培養的性質に就て見るに兩者が共に LEONIAN 氏合成培養基に發育不良なる點 [4] 以外に於ては著るしき相違を示せり [8]。更に擔子梗、寄生性等に於ても顯著なる差異あるものにして到底同一菌種と見做す能はざるものごとす。また *P. thalictri* 菌 [1, 11] は *P. infestans* に酷似せる菌にして THURSTON 及び ORTON [10] によりて芍藥疫病菌に最も類似せるものとせられ LEONIAN [5] も之に従ひたるが、本菌と比較するに分生孢子は大きさ稍小さく且つ幅狭く、卵孢子も亦小なり。また同菌の培養的性質は未だ研究不充分なるが如きも LEONIAN 氏合成培養基 [4] に發育不良なる點相一致せり。之を要するに同菌の生理的性質に就てはなほ研究を要すべきも、上述の如く形態的の差異明瞭なるを以て恐らく本菌とは別種の菌なるべし。その他の *Phytophthora* 菌は形態的、生理的に何れも本菌と差異あるものにして全く異なる菌種と思惟せらる。

以上記述せる所により、本菌は THURSTON 及び ORTON の菌、並に COOPER 及び PORTER の菌と酷似し殊に後者はよく相一致するものにして、之等三者を同一菌種と認め、本菌に對しても亦 COOPER 等 [4] の命名せる學名 *P. paeoniae* を

適用せんす。

第五表 本菌と從來記述せられたる芍薬疫病菌との形態的比較
Table V. Comparison among the fungus and other Peony blight fungi, hitherto, described.

著 者 Investigators	吸 器 Haustorium	分 生 胞 子 Sporangium (μ)	卵 胞 子 Oöspore (μ)	原 膜 胞 子 Chlamydospore (μ)
田 杉、熊 澤 TASUGI & KUMAZAWA	圓 形 sphaerical	18.2 ~ 36.4 × 14.5 ~ 29.1 (av. 26.3 × 21.9)	21.8 ~ 36.4 (av. 28.2)	18.2 ~ 42.4 (av. 30.6)
THURSTON & ORTON	—	20.4 ~ 29.7 × 16.7 ~ 22.3	—	—
COOPER & PORTER	sphaerical	26.2 ~ 41.2 × 22.5 ~ 35.6 mostly 31 ~ 33 × 26 ~ 28	26 ~ 34	30 ~ 40

摘 要

(1) 本報告に於ては芍薬の疫病の病徴、病原菌の形態、生理、及び病原性に關する觀察並に實驗の結果に就て記述せり。

(2) 本病は病徴ボトリチス病に極めて類似せり。病斑は灰褐色、油浸狀を呈し被害部は枯死して下垂し、寄生體上には病原菌の胞子を生ずることなし。初夏及初秋の候發生す。

(3) 本病病原菌菌絲は寄主細胞の間隙を走行し圓形の吸器を細胞内に挿入す。培養基上に於ける菌絲は所々に腫張部を有せり。

(4) 分生胞子、卵胞子及び厚膜胞子は種々の培養基上に容易に生ぜり。

(5) 12種の培養基を比較せるがその中榮豆寒天培養基(CLINTONによる)上に於て最も發育良く、馬鈴薯寒天、「オート・ミール」寒天、「コーン・ミール」寒天の各培養基も相當好適なり。LEONIAN 氏合成培養基上には僅かに發育せり。

(6) 本菌發育の最適温度は23°C内外にして發育範圍は4.5°—33.0°Cの間にあり。また本菌はpH 5.5—6.4の培養基上に最も旺盛なる發育をなせり。糖分濃度と菌の發育との關係は d-glucose 5% を含有せる培養基最も發育に適し濃度の増減に従ひて發育不良となりたり。

(7) 接種試験の結果によれば芍薬、牡丹は殆ど同程度に被害せられ、蕃茄は莖葉を侵さるも果實は發病せず。また茄には小病斑を形成せるも病斑は擴大せず。馬鈴薯、蕃椒、藤豆、榮豆は全く犯されざりき。

(8) 病斑の擴大は22°C最も旺盛にして發病範圍は9.5—29.5°Cの間にあり。

(9) 從來記載せられたる數種の *Phytophthora* 菌と比較を爲せる結果本菌は *P. paeoniae* COOPER et PORTER と同一菌種と認む。(昭和六年十一月三十日)

引用文献 Literature cited.

1. CLINTON, G. P.; Artificial cultures of *Phytophthora*, with special reference to oospores. Rept. Connecticut Agr. Expt. Sta. 1907-08: p. 891-907, 1909.
2. COOPER, R. H. and PORTER, C. L.; *Phytophthora* blight of peony. *Phytopath.* 18, Nr. 11, p. 881-899, 1928.
3. GARDNER, MAX. W.; Indiana plant Diseases, 1924. *Proc. Ind. Acad. Sci.*, 34, p. 237-257, 1926.
4. LEONIAN, L. H.; Physiological studies on the genus *Phytophthora*. *Amer. Journ. Bot.* XII, p. 444-498, 1925.
5. LEONIAN, L. H. and GEER, H. L.; Comparative value of the size of *Phytophthora* sporangia obtained under standard conditions. *Journ. Agric. Res.* XXXIX, p. 293-311, 1929.
6. MARTIN, G. HAMILTON; Diseases of forest and shade trees, ornamental and micellaneous plants in the United States in 1922; U. S. D. A. Bur. Pl. Dis. Bull. Sup. 29, 393-461, 1923.
7. ———; Diseases of forest and shade trees, ornamental and micellaneous plants in the United States in 1923. U. S. D. A. Bur. Pl. Indus. Pl. Dis. Bull. Sup. 37, 343-446, 1925.
8. PETHYBRIDGE, G. H. and P. A. MURPHY; On pure culture of *Phytophthora infestans* De Bary, and the development of oospores. *Sci. Proc. Royal Dublin Soc.* XIII, p. 566-588, 1913.
9. ROSENBAUM, J.; Studies of the Genus *Phytophthora*. *Journ. Agric. Res.* VIII, p. 233-276, 1917.
10. THURSTON, H. W. JR. and ORTON, C. R.; A *Phytophthora* parasitic on peony. *Science*, LIV, p. 170-171, 1921.
11. WILSON, G. W.; Studies in North American Peronosporales-5. A review of the Genus *Phytophthora*. *Mycologia*, vol. VI, p. 54-83, 1914.

圖 版 説 明

第 二 圖 版

- 1 發病せる芍薬葉。 2 接種に依りて發病せる芍薬。 3 卵胞子 (250 倍)。 4 分生胞子 (250 倍)。
- 5 第二次分生胞子を生ぜる分生胞子の發芽 (250 倍)。 6 發芽管に依る分生胞子の發芽 (200 倍)。

第 三 圖 版 (350 倍)

- A. 菌絲の温度に依る變化
 1.....6°C, 2.....10°C, 3.....13°C, 4.....17°C, 5.....20°C, 6.....23°C,
 7.....26°C, 8.....29~30°C.
- B. a.....分生胞子。 b.....擔子梗並に分生胞子。 c-d.....厚膜胞子發芽して分生胞子を生ぜる狀。
 e.....厚膜胞子。 f.....藏卵器に藏精器附着せる狀。 g.....成熟せる卵胞子。 h.....多數
 の全芽管を生じて發芽せる分生胞子。 i.....發芽管に依る分生胞子の發芽。 j, k.....游走
 子に依る分生胞子の發芽。 l.....游走子の發芽。 m.....細胞間隙を走行せる菌絲より寄生
 細胞内に吸器を挿入せる狀。

第 四 圖 版

- 1 温度と菌の發育との關係
- 2 培養基の種類と菌の發育との關係
 - (1) オート・ミール寒天培養基 (PETHYBRIDGE に據る)。(2) 菜豆寒天培養基 (CLINTON に據る)。
 - (3) コーン・ミール寒天培養基 (CLINTON に據る)。(4) 馬鈴薯寒天培養基。
 - (5) 乾杏寒天培養基 (京大の方法に依る)。(6) 薔薇根醬油玉葱寒天培養基。
 - (7) LEONIAN 氏合成培養基。(8) 三好氏醬油玉葱寒天培養基。
- 3 培養基の水素イオン濃度と菌の發育との關係 (寫真内數字は pH 度を示す)
- 4 糖分の濃度と菌の發育との關係
 1—30% 2—20% 3—10% 4—5% 5—2% 6—無加用

PHYTOPHTHORA BLIGHT OF PEONY

(Studies on Japanese Peronosporales, I)

By

Heizi TASUGI and Masatake KUMAZAWA

In May, 1929, many blighted leaves were found on the peonies (*Paeonia albiflora*, PALL.) grown in the field of this Station. At first the writers had no special interest upon them, because, in general appearance, their symptoms are similar to those caused by Botrytis, but after careful observations they recognized that the blight is quite different from the Botrytis disease and caused by a Phytophthora which has, heretofore, been unknown in Japan.

The blight attacks leaves, stems and buds. The parts affected are grayish brown or black and somewhat leathery (Plate II). No evidence of external and internal fruiting of the fungus has been found either upon the naturally infected plants or upon the artificially inoculated ones. In the blighted tissue there exists the intercellular mycelium which sends small, more or less spherical, haustoria into the host cells (Plate III, m). Attempts were made to isolate the causal organism from the infected tissue, and the culture yielded always a pure growth of a Phytophthora.

Morphology of the Fungus—The sporangiophores formed on culture media bear 1 to 13 sporangia, usually 3 to 5. They are ovoid and hyaline with broad apical papillae. Each of them measures $18.2-36.4 \times 14.5-29.1\mu$, and $26.3 \times 21.9\mu$ in average (see Fig. I on p. 80); the papilla $3.6-7.3 \times 1.8-7.3\mu$ and $4.9 \times 3.3\mu$ in average. The germination of the sporangia is either direct or indirect. In the latter case, they produce zoospores which escape through the apical plug which is ruptured. The zoospores are reniform with two cilia attached near the middle of their concave side. After a short time of active swimming, they come to rest, assume a spherical shape (diam. $5.5-7.2\mu$), lose their cilia, and produce the germ-tubes. In the former case, the sporangia produce germ-tubes usually through the apex, sometimes laterally; occasionally the germ-tubes produce secondary sporangia.

The oogonia and antheridia arise as terminal swellings of branches from the same or closely adjacent hyphae. The oogonium is spherical and the antheridium is ellipsoidal or reniform, and the latter seems to have either an anphigynous or paragynous relation to the former. The oogonia measure in diameter, $24.5-40.0\mu$ and 31.8μ in average; the antheridia $9.1-14.5 \times 6.4-14.5\mu$ and $11.5 \times 9.7\mu$ in average. After fertilization, a single oospore is formed in each oogonium. Oospores are globose and somewhat brown, with thick walls ($0.9-3.6\mu$, av. 1.8μ). Their diameter is $21.0-36.4\mu$ and 28.2μ in average (see Fig. II on p. 80). The oospore produces directly a germ-tube.

The production of the chlamydospores is either intercalar or terminal; they are spherical and comparatively thin-walled. Their diameter measures $18.2-42.7\mu$

and 30.6μ in average. They produce germ-tubes which sometimes produce chlamydospores again or sporangia. (Plates II and III)

Growth of the Fungus on Culture Media—The fungus grew readily on bean (B)–, potato (E)–, oat meal (A)–, corn meal (D)– and bean (C)–agar and best on the first named one. On these five media both aerial and submerged mycelia were produced, the latter being more abundant than the former; the sporangia, oospores and chlamydospores were also formed. The growth was very poor and neither aerial mycelia nor spores were produced on apricot (F)–, SAITO's soy onion (H)–, LEONIAN's synthetic (J)– and washed (L)–agar, and no growth has been observed on apricot (G)–, MIYOSHI's soy onion (I)– and peony (stem and leaves) extract (K)–agar. (Table I on p. 82 and Plate IV)

Effects of Temperature on the Growth of the Fungus—At 20°C . and 23°C . the fungus developed most densely producing luxuriant aerial mycelia and bearing many sporangia and oospores, but the production of chlamydospores was comparatively sparse. At 26°C . the aerial mycelia were rather scanty though the colony developed most rapidly. The production of spores in this case was just reverse to that in the former cases, the chlamydospores being produced more abundantly than the sporangia and oospores. The growth became feebler as the temperature measures more or less than 23°C ., and no sign of the growth was observed at -1 – 1°C ., and 33°C . Hence we see that the optimum temperature of the fungus is about 23°C ., the minimum about 4.5°C . and the maximum about 33°C .

The shape of the mycelinoun varied very conspicuously according to the temperature during culture (see Plate III, A.). At lower temperatures it was comparatively smooth and regular in shape, but its gnarled swellings increased as the temperature rises. (see Table II on p. 84, Fig. III on p. 85 and Plate IV.)

Effects of H-Ion Concentrations of Culture Media on the Growth of the Fungus—At pH 5.5 to 6.4, the vegetative growth was most vigorous and spores were produced abundantly. At pH 3.0 the fungus formed thick and wet colony which grew very slowly, producing neither aerial mycelia nor spores. At pH 8.1 to 8.3 the colonies developed rapidly but very scantily, and neither aerial mycelia nor spores were observed. From these experiments, it might be assumed that media having pH 5.5 to 6.4 are most favorable for the growth.

(Table III on p. 87 and Plate IV.)

Influences of D-Glucose Concentrations of Culture Media on the Growth of the Fungus—Potato agar, containing no d-glucose or its 2, 5, 10, 20 or 30%, was held under 20°C . after inoculation of the fungus. Its growth was examined after one week. In this experiment, a medium with 5% d-glucose seemed to be most favorable for the growth. On this medium, aerial mycelia in the form of the stellate marking as well as an abundance of spores were produced. As the concentration of d-glucose became more or less than 5%, the growth is weakened by degrees, in the latter case the stellate marking disappearing gradually and in the former the marking becoming wavy. (Plate IV.)

Inoculation Experiments—When healthy peonies are inoculated with the mycelium or the sporangium obtained from the pure culture, the infection takes place readily, and consequently the characteristic symptoms of the disease soon appear. The re-isolation of the organism may be done with ease. Inoculations were also made upon tree-peonies and several other plants. The tree-peony (*Paeonia Moutan*, SIMS.) was infected in similar way as the peony. Infection occurred upon stems and leaves of tomato plants (*Lycopersicum esculentum*, MILL.), but not upon fruits. Small blighted areas around the inoculums were seen upon stems, leaves and fruits of egg plants (*Solanum Melonga*, L.), but they did not develop furthermore. No sign of infection has been observed upon potato (*Solanum tuberosum*, L.), red pepper (*Capsicum annuum*, L.), hyacinth bean (*Dolichos Lablab*, L.) and common bean (*Phaseolus vulgaris*, L.).

At 22°C., in the inoculation experiment, the symptoms appeared most rapidly and the infected area developed most vigorously. The minimum temperature for the infection seems to be about 9.5°C., and the maximum about 29.5°C. (see Table IV on p. 90 and Fig. III on p. 85).

On comparison (see Table V on p. 92) with several Phytophthoras previously described concerning the morphology and the physiology, the peony fungus corresponds to a Phytophthora reported by THURSTON and ORTON and *P. paeoniae* recorded by Cooper and Porter. So the writers intend to apply the specific name, *P. paeoniae*, COOPER et PORTER, to the fungus.

Explanation of Plates

PLATE II

1. A typically infected peony leaf.
2. A peony plant inoculated with the fungus.
3. Oospore.
4. Sporangium.
5. Germination of the sporangium, producing secondary sporangium.
6. Germination of the sporangium, producing the germ-tube.

PLATE III

- A. Variations of the mycelium according to temperatures. 1.....6°C., 2.....10°C., 3.....13°C., 4.....17°C., 5.....20°C., 6.....23°C., 7.....26°C., 8.....29-30°C.
- B. a.....sporangium, b.....sporangiophore bearing sporandia, c-d.....germination of chlamydospores, e.....chlamydospore, f.....oogonia and antheridia, g.....mature oospores, h-i.....germination of sporangia, producing germ-tubes, j-k.....germination of sporangium, producing zoöspores, l.....germination of encysted zoöspore, m.....inter cellular mycelium, sending haustoria into host-cells.

PLATE IV

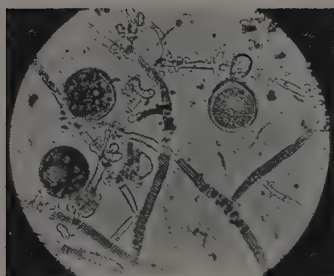
1. Growth related to temperatures.
2. Growth on media; 1.....oat meal agar (after PETHYBRIDGE), 2.....bean agar (after CLINTON), 3.....corn meal agar (after CLINTON), 4.....potato juice agar, 5.....apricot agar, 6.....SAITO's soy-onion agar, 7.....LEONIAN's synthetic agar, 8.....MIYOSHI's soy-onion agar.
3. Growth related to pH.
4. Growth related to the concentrations of d-glucose; 1...30%, 2...20%, 3...10%, 4...5%, 5...2%, 6...no glucose.



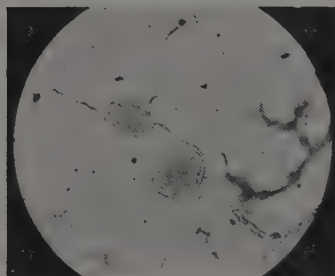
1



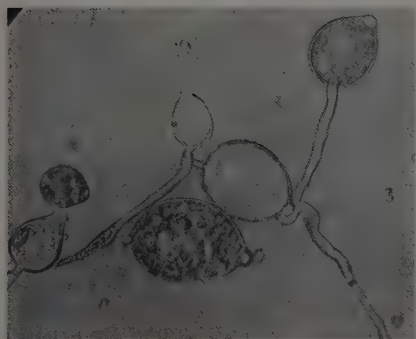
2



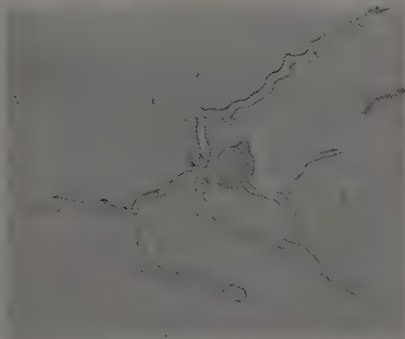
3



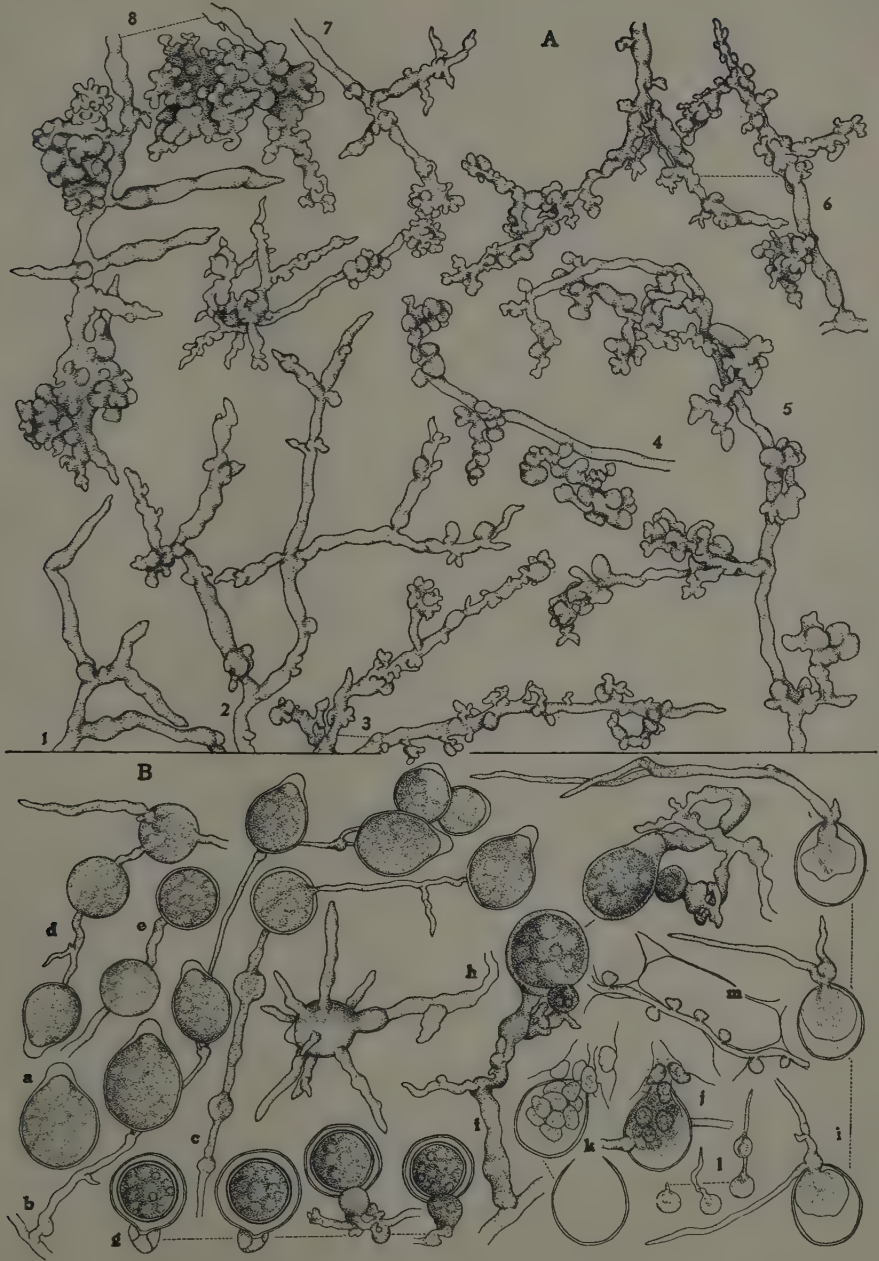
4



5

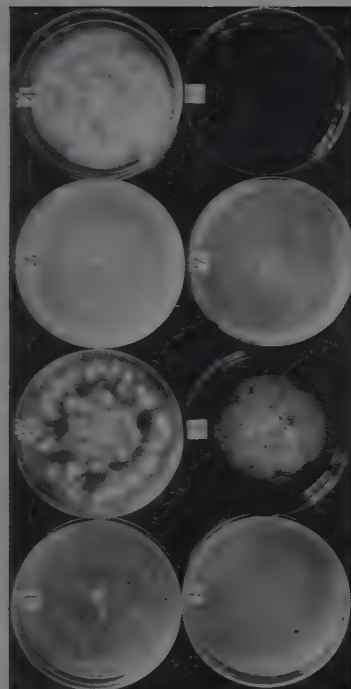


6

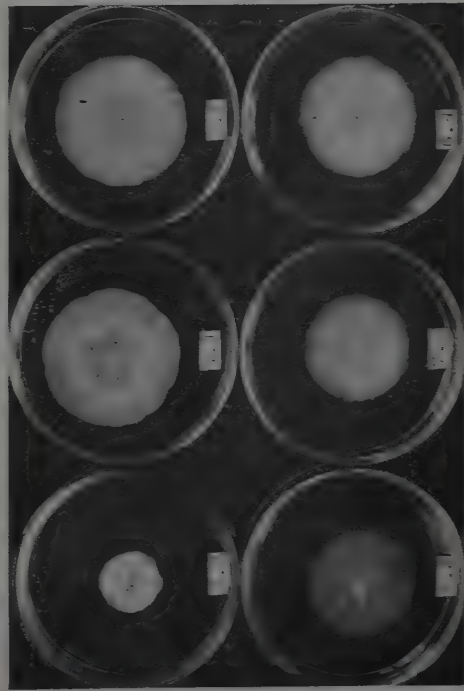




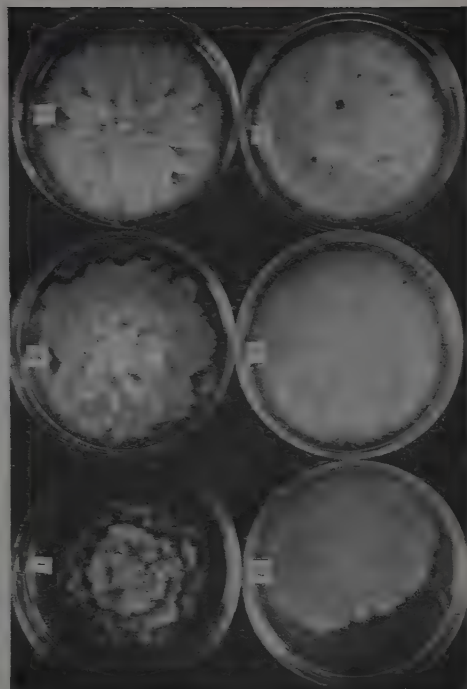
1



2



3



4

二化螟蟲の査定並に分布に就て

技師 木 下 周 太

技師 河 田 黨

生物の地理的分布は當然その生態的條件を暗示するものにして、その調査は學術上の興味深きのみならず、屢重要な實用的意義を示すこゝあり。而して之に就てはまづ以て當該種の正確なる査定を必要とするこゝ言を俟たず。今本邦稻作の大敵たる二化螟蟲に就て見るに、未だ嚴密なる「種」の査定に到達せず、從てその分布狀態も亦知悉せられざるの憾あり。依て著者等は之に關して寄與せんことを期し、廣く東亞及び南洋に亘りて材料を蒐め、その比較研究を試みたり。而して之により本「種」の特徴を明にして之が査定を確實ならしむると共に、その地方的分布に關する考察に資せんこと（なほ追て本種の形態並に生態に關して報告するの機あるべし）。

本報文を公にするに當り、材料蒐集の任に當られたる本場員石井悌、布哇産二化螟蟲を寄贈せられたる元農林技師桑名伊之吉、及び援助を與へられたる東京帝大教授鏑木外岐雄の諸氏に對し深厚なる謝意を表す。

種 名 の 略 史

二化螟蟲は HAMPSON (1896) に従ひ今日 *Chilo simplex* とせらる。初めて之を記載せるは BUTLER (1886) にして、氏は臺灣産のものにより之を *Jartheza simplex* としたり。而して FLETCHER et GHOSH (1921) が Rice Chilo とせるものは、FLETCHER (1928) により二化螟蟲と別種なる *Chilo oryzae* と定められたり。更に印度に於て SWINHOE (1884) が *Chilo zonellus* とせるものが、一度前掲 HAMPSON により *C. simplex* の異名とせられ、また前出 FLETCHER et GHOSH も同じ種名の下に之を記述せるも、その後 FLETCHER (1928) は過去の同定の誤謬を訂正して、再び *C. zonellus* なる舊名を復活せしめたり。然れども之等の「種名」の決定は後に述ぶるが如く改訂を要すべき點あるを認む。而してなほ之等の他に異名或は近

似種と見るべきものの種々記録せられたるも、「種」の査定に對しては何れも記載不充分的嫌多し。

二化螟蟲の査定

二化螟蟲に關する從來の記載は概してその外觀によれるものにして、精細なる形態の觀察を缺ける所少なからず。依て予等はまづ本種の形態的特徴を確定するの必要を感じ、蒐集標本の個々に就て綿密なる觀察をなし且つ嚴密なる各標本の比較研究を行ひたり。その結果によれば、東亞各地及び布哇その他南洋方面に亘りて蒐集せる予等の標本は、要するに次の如き2箇の異なる「種」を含むことを認めたり。

その一は正しく本邦に於ける二化螟蟲即ち *Chilo simplex* なり。而して *Chilo simplex* としての記載は嘗て完全なるものなきが、予等が細心の注意を以て幼蟲、蛹、成蟲に亘りて檢せる二化螟蟲の特徴は、之を FLETCHER より *C. oryzae* として寄贈を受けたる成蟲及び蛹の標本、並に FLETCHER et GHOSH [6] が示せる *C. oryzae* の幼蟲、蛹、成蟲の記載及び圖と對比するに、両者が全く一致せるを發見したり。之によつて見れば *C. oryzae* は *C. simplex* 即ち二化螟蟲の異名と見るべく、また後者は偶 FLETCHER の *C. oryzae* の記載に於て稍精細なる記載を與へられたるものと云ふべし。

他の一は同じく FLETCHER et GHOSH によりて精密に記載されたる *C. zonellus* に該當せるものにして、その記載に於ては本種が前掲の *C. oryzae*——即ち上叙の如く *C. simplex* とすべきもの——に比し截然たる差異を示せるが、予等の觀察も全く之と一致せり。

斯して予等は *C. simplex* と *C. zonellus* との二種に特に注目し、その兩種の形態的特徴として次の諸點を指摘せん。

二化螟蟲 *Chilo simplex* BUTHER の特徴

老 熟 幼 蟲 (第五圖版第 5, 7 圖; 挿圖)

(1) 中逢線は前頭の高さの $\frac{2}{3}$ より稍長し。(2) 副前頭逢線は中逢線の僅か下方に於て之に合す。(3) 前頭の幅は其高さの $\frac{1}{2}$ より少しく長し。(4) 感覺點 sv_1 は刺毛 v_1 と v_2 とを結ぶ直線よりも外側に位す。(5) 感覺點 sv_3 は刺毛 v_3 の位置よりも遙かに下方に存在す。(6) 感覺點 so は刺毛 v_2 より側方に位す。(7) 刺毛 v_8 は v_4 よりも下方に在り。(8) 刺毛 a_1 は感覺點 as に近く存在す。(9) 刺毛 a_2 の位置は副前頭の中央より少しく上方に

偏す。(10)胴部の各刺毛の基部に存する厚皮板は他の種に比し稍大なり。(11)腹脚の鈎帶(Crochets)(第7圖)をなす鈎は外方に至るに従つてその大きさを減ず。(12)頭部は黄褐色。胴部には顯著なる紫褐色の背線、側線及氣門線を有す。

蛹 (第五圖版第9, 11圖)

(1)全體は比較的細長なり。(2)體表の刺毛はよく發達す。(3)前頭に凹凸なし。(4)觸角は下顎の基部より前翅の先端までの長さの略 $\frac{3}{4}$ に達す。(5)下唇鬚と下唇とは下顎によりて中斷せらるゝこゝなく後者の間に現はる。(6)中胸脚は觸角の先端と前翅の先端との略中央にて終り、其末部は先端に至るまで互に接觸す。(7)尾突起は構造複雑ならず、1對の長き刺毛を有するのみにして鈎を有せず。

雄成蟲 (第五圖版第1, 2圖)

(1)uncus は餘り長からず。(2)gnathos の中央突出部は餘り長からず。(3)transtilla は簡單なり。(4)juxta はよく發達し、後半二葉に分れ、其内葉は長く、外葉は短し。(5)陰莖(第2圖)は二叉す。

Chilo zonellus SWINHOE の特徴

老熟幼蟲 (第五圖版第6, 8圖)

(1)刺毛 a_1 は副前頭感覺點 as よりは比較的離れて存在す。(2)腹脚(第8圖)の鈎は大體同大にして外方に至るも其大きさを減ぜず。(3)頭部は赤褐色、胴部は淡黒色の側線及び氣門線を有するも背線は之を有せず。

蛹 (第五圖版第10, 12圖)

(1)全體の大きさは二化螟蟲よりも太く且つ短かし。(2)體表の刺毛は二化螟蟲よりも發達稍劣る。(3)前頭の中央兩側に著しき隆起あり。(4)下唇鬚は表面に顯れず。(5)中胸脚は略前翅の先端に達し、其末部は互に接觸するも先端にて叉狀に開き、其間より後胸脚の先端を顯す。(6)中胸氣門の後縁は著しく隆起す。(7)第五乃至七腹環節の背面には前縁に多數の微小なる刺を撒布す。(8)尾突起は複雑なる構造を有し、刺毛及び鈎を缺く。

雄成蟲 (第五圖版第3, 4圖)

(1)uncus は長し。(2)gnathos の中央突出部は著しく長し。(3)transtilla は二化螟蟲よりよく發達し、其構造複雑なり。(4)juxta は二叉せず。(5)陰莖は單一なり。

二化螟蟲の分布

本研究の材料蒐集は本邦各地の外、支那、比律賓、瓜哇、印度及び布哇に亘るものにして、之等の諸地帯に於ける前掲二種の地方的分布を見るに *C. zonellus* は予等の材料に於ても亦既往の記録より見るも、その發生の明なるは獨り印度に限り、他の地域に於ては未だ確實にその存在を認め得ざる

ものの如し。之に反し二化螟蟲 *C. simplex* は前掲各地域の全部に亘りて發生を見るものにして、殊に本研究に於ける本種査定の結果、その分布状態が從來に比し一層闡明せられたりを信ず。その採集地名を次に列挙せん。

- (i) 本邦—本州(静岡、福井)；奄美大島(浦臼)；沖縄本島(佐敷)；石垣島(石垣町)；臺灣(臺北)；朝鮮(水原)。
- (ii) 支那—杭州。この地に於ては既に *C. simplex* に同定し居れり。
- (iii) 比律賓群島—Los Baños；Baguio。1927年始めて發見せらる。
- (iv) 印度—Pusa。從來 *C. oryzae* として知らる。
- (v) 布哇—地方名不詳。約十年前始めて國外より輸入せりと傳ふ。
- (vi) 瓜哇—Garoot。本島には既に *C. simplex* に同定せられたる種あり。然れども DAMMERMAN [5] 及び VAN HEURN [8] の記載並びに圖に就きて之を見るに明かに別種にして二化螟蟲にあらざることを確實なり。

次に地理的見地より二化螟蟲の分布を觀るに、熱帶地方に於ては概して酷熱なる低地帯に少なく高燥なる山地帯に多く棲息し、三化螟蟲に見るが如き水平的分布をなさず。その發生も亦猖獗を極むることなし。而して亞熱帶に於ては一般に前者は後者より劣勢なるも該圏内を北上するに従つて漸次その勢力を増し、その北部に於ては兩者相匹敵し且つ年によりて互の間に盛衰あり。この傾向を如實に示す一例として、臺灣に於ける兩者の地方別割合を點火誘殺成績[4]より算出せば次の如し。

一ヶ年平均點火誘殺蛾數

	鳳山(北緯約 22.4°)	臺中(北緯約 24.9°)	臺北(北緯約 25.2°)
二化螟蟲	2.0%	13.2%	47.3%
三化螟蟲	98.0%	86.8%	52.7%

上表に見るが如く、二化螟蟲の三化螟蟲に對する割合は鳳山より順次臺中、臺北に北上するに従つて増加し、臺北に於てはその割合相半せり。而して鳳山は熱帶に、臺中、臺北は亞熱帶に屬せり。

更に溫帶に至れば、一般に知らるる如く、三化螟蟲は南部にその分布を限らるるに反し、二化螟蟲は北海道を北限として到る處全面的に旺盛なる發生をなして本邦稻作を脅威し、茲に兩者の勢力は熱帶地方に於けるを全く相顛倒せり。而して北海道に於ては[10]、西南部(石狩、後志等)にその發

生著しく、東北部(宗谷地方、根室、釧路等に)少なし。また朝鮮に於ては[11]三化螟蟲は存在せず、獨り二化螟蟲のみ全十三道に普遍す。

之を要するに二化螟蟲は熱帶地方に於ては垂直的の分布をなせるも、溫帶地方に於ては水平的に瀾蔓し且つ前者に於けるより遙に著しき發生をなせり。この状態を全年等溫線にて追躡すれば、本種の旺盛なるは北海道の南部及び朝鮮を劃する 8° 線と九州の南を通する 18° 線との間(即ち溫帶及び亞熱帶北部)に在り。而して之より南方に於ては沖縄本島を横ぎり臺灣の北部に過ぎる 22° 線(亞熱帶中部)までなほ相當の勢力を保持せるが如し。

ここに於て二化螟蟲の溫度に對する適應性を考察せんに、本種は既述の如く熱帶に於ては山地に多きもなほ低地にも産せざるに非ず、しかも溫帶に在りては三化螟蟲の到達し得ざる遙か北方に至るまで分布せり。即ち前者は後者より低溫の地に適住するものにして、又一面より見れば後者よりは一層廣き溫度範圍に適應し得べきものなりと云ひ得べし。

なほ布哇の二化螟蟲は近年の入殖に係り、その發生盛なりと云ふも、之に就ての記述は之を他口に譲らん。(昭和七年二月一日)

第五圖版及び挿圖説明

ニクワメイテユウ *Chilo simplex* BUTLER

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1.....雄性外部生殖器 | 7.....老熟幼蟲の第四腹環節脚の鉤帶 |
| 2.....陰 莖 | 9.....蛹 (腹面) |
| 5.....老熟幼蟲の前頭及び副前頭 | 11.....蛹 (側面) |

Chilo zonellus SWINHOE

- | | | | |
|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| 3.....雄性外部生殖器 | 8.....老熟幼蟲の第四腹環節脚の鉤帶 | | |
| 4.....陰 莖 | 10.....蛹 (腹面) | | |
| 6.....老熟幼蟲の前頭及び副前頭 | 12.....蛹 (側面) | | |
| I .....前胸 | cl.....頭楯 | l_1-l_6.....上唇刺毛 | o_1-o_3.....後頭刺毛 |
| II .....中胸 | cr.....尾突起 | lbm.....下 唇 | oc_1-oc_4.....單眼 |
| III.....後胸 | cx_1.....前胸脚基節 | lbr.....上 唇 | so.....後頭感覺點 |
| 1—10.....腹環節 | es.....中縫線 | lg_1.....前胸脚 | sv_1-sv_2.....頭頂感覺點 |
| a.....觸角 | f.....前頭 | lg_2.....中胸脚 | tr_1.....前胸脚轉節 |
| a_1-a_2.....副前頭刺毛 | f_1.....前頭刺毛 | lg_3.....後胸脚 | trn.....transtilla |
| nds.....副前頭縫線 | fs.....前頭感覺點 | lp.....下唇鬚 | u.....uncus |
| af.....副前頭 | ge.....滑眼部 | md.....上顎 | v.....頭頂 |
| ao.....肛門 | gn.....gnathos | mp.....下顎鬚 | v_1-v_9.....頭頂刺毛 |
| as.....副前頭感覺點 | go.....生殖門 | ms.....中胸氣門 | w_1.....前翅 |
| c_1-c_2.....頭楯刺毛 | j.....juxta | mx.....下顎 | w_2.....後翅 |

附 録 文 章 Literature

1. BUTLER, A. C. 1880. On a second Collection of Lepidoptera made in Formosa by H. E. Hilsenrath, Esq. - Proceedings of the Zoological Society, London, 1880.
2. SWINHOE, C. 1884. On Lepidoptera collected at Kuretschen. Proceedings of the Zoological Society, London, 1884.
3. HAMMON, C. F. 1896. The Fauna of British India, including Ceylon and Burma. Moths, Vol. III.
4. Bureau of Phytosanitary Industry, Government of Formosa, 1911-1913. Reports on Injurious Insects, no. 1-3 (Japanese).
5. DAMMERMAN, H. M. 1915. De Lepidopterenplag op Java. Mededeelingen van het Laboratorium voor Plantenziekten, no. 16.
6. FLETCHER, T. B. et GARDNER, C. C. 1921. Borer in Sugarcane, Pusa, etc. Agricultural Research Institute, Pusa, Bulletin no. 102.
7. GIBSON, C. C. 1922. Supplementary Observations on Borer in Sugarcane, Pusa, etc. - ibid. no. 134.
8. VAN HANDEL, W. C. 1923. De onschadelijke rupsen van de oprijp op Java. Mededeelingen van het Instituut voor Plantenziekten, no. 61.
9. FLETCHER, T. B. 1928. Report of the Imperial Entomologist. Scientific Reports of the Agricultural Research Institute, Pusa, 1926-1927.
10. KIMURA, S. 1928. Noxious insects of rice-plants in Hokkaido. Hokkaido Agricultural Experiment Station, Bulletin no. 47 (Japanese).
11. Agricultural Experiment Station of Omei. 1931. Outline of Works on Injurious Insects in Japan (Japanese).

A REVISION OF RICE BORERS (*Chilo*) AND THEIR DISTRIBUTION (Résumé)

By

Shūta KINOSHITA and Akira KAWADA.

In 1896 HAMMON dealt with the Indian rice borer, *Chilo sonellus* SWINHOE (1884), as synonymous with the Formosan form, *Chilo simplex* BUTLER. On the contrary FLETCHER (1928) put forward the view that these two forms distinctly stand at variance with each other, and also placed on record a new species closely allied to *C. simplex*, giving the name of *Chilo oryzae*. With a view to determine their taxonomic relation and the distribution of *C. simplex*, a closer investigation has been made with several stages of rice borers taken from various localities, such as Honshū, Amami-Ōshima, Okinawa-Hontō, Ishikajima, Formosa, Los Baños and Baguio in the Philippines, Garoet in Java, and Hawaii. The results obtained are placed on record as follows.

1. *Chilo simplex* differs from other rice borers. Its distinctive characters run as follows:

Mature larva. Head ochreous brown; epicranial stem a little longer than two-thirds the front; front a little broader than its half; adfrontal suture united with epicranial stem slightly below the middle of the latter. Sensorium sc_1 situated lateral to the line extending from seta r_1 to r_2 ; sc_2 farther below the level of seta v_3 ; so lateral to seta o_2 . Seta v_4 beneath the level of r_1 ; a_1 close to sensorium as ; a_2 slightly above the middle of adfront. Trunk marked with conspicuous dorsal, lateral and spiracular lines of dark purplish brown; setae-bearing

ing chitinous plates somewhat larger than those of the allied species: crochets of prolegs gradually shortening outwards.

Pupa. Body rather slender, beset with conspicuous setae; front rather smooth. Antennae extending to the anterior end of the posterior fourth of the distance between the proximal end of maxillae and the caudal end of fore wings; labial palpi visible between the maxillae, not separated from the labium by the latter. Mesothoracic legs reaching near the middle between the caudal ends of antennae and fore wings, and lying close together throughout the terminal part. Cremaster complicated in feature.

Male imago. Uncus and median process of gnathos not so long; transtilla rather simple; juxtae well developed, divided in the caudal half into two lobes, the inner lobe longer than the outer; aedaeagus bifurcate.

2. Judging from the description and figures of the larva given by FLETCHER and our examination of the pupa and imago, *Chilo oryzae* appears to be identical with *Chilo simplex*.

3. *Chilo zonellus*, limited in distribution to India, is decidedly different from *Chilo simplex*, its distinctive characters being as follows:

Mature larva. Head reddish brown; seta *a*, set apart from sensorium *av* more than in *C. SIMPLEX*. Trunk marked with conspicuous lateral and spiracular lines of pale black, without any trace of dorsal line; crochets of prolegs never shortening outwards.

Pupa. Body thicker and shorter than in *C. simplex*, beset with setae which are less conspicuous as compared with those in the latter. Front giving rise to a large process on each side of the middle; labial palpi invisible. Mesothoracic legs nearly extending to the posterior end of fore wing, and lying close together in the terminal part, exclusive of the extremities, between which there can be seen the tip of the metathoracic legs. Hind margin of mesothoracic spiracle raised to a considerable degree; abdominal segments 5-7 provided with many minute spines, which are scattered dorsally along the anterior margin of each segment. Cremaster more complicated than in *C. simplex*, without setae and hooks.

Male imago. Uncus and median process of gnathos longer than in *C. simplex*; transtilla complicated; juxtae very simple; aedaeagus not bifurcate.

4. In fact *Chilo simplex* is found to occur in Java. However, the rice borer referred by DAMMERMAN and VAN HEURN, judging from the description and figures given by the authors, clearly represents a distinct species. Its systematic position deserves further investigation.

5. A closer comparison has revealed that *Chilo simplex* inhabits Hokkaido, Japan proper, Loochoo, Corea, Formosa, South China, the Philippines, Java, India, Burma, and Hawaii. To our mind, it appears to occur also in Malay Settlements, Siam and French-Indo-China. Thus the borer is of very wide distribution, extending from India to the Far East. Particularly it appears to predominate in the temperate districts between annual isothermals 17° C and 6° C. In the subtropical region such as Formosa this borer exhibits a tendency of decreasing in number, as it proceeds southwards.

Explanation of Plate V and the Text-figure

Chilo simplex BUTLER

- 1.....Genital apparatus of the male
2.....Aedaeagus
5.....Front and adfront of mature larva

Chilo zonellus SWINHOE

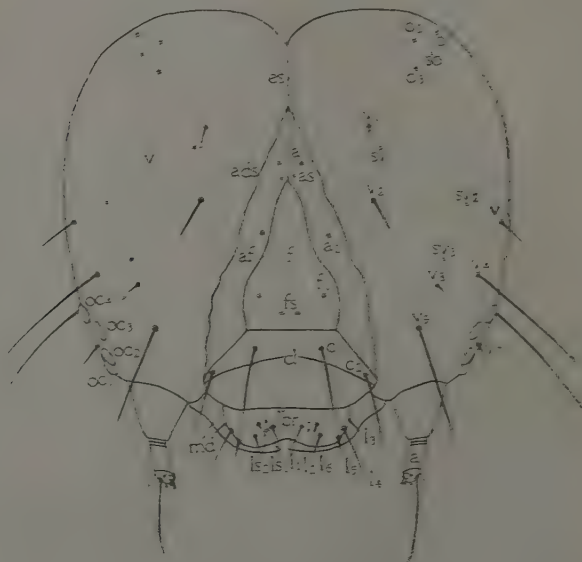
- 3.....Genital apparatus of the male
4.....Aedaeagus
6.....Front and adfront of mature larva

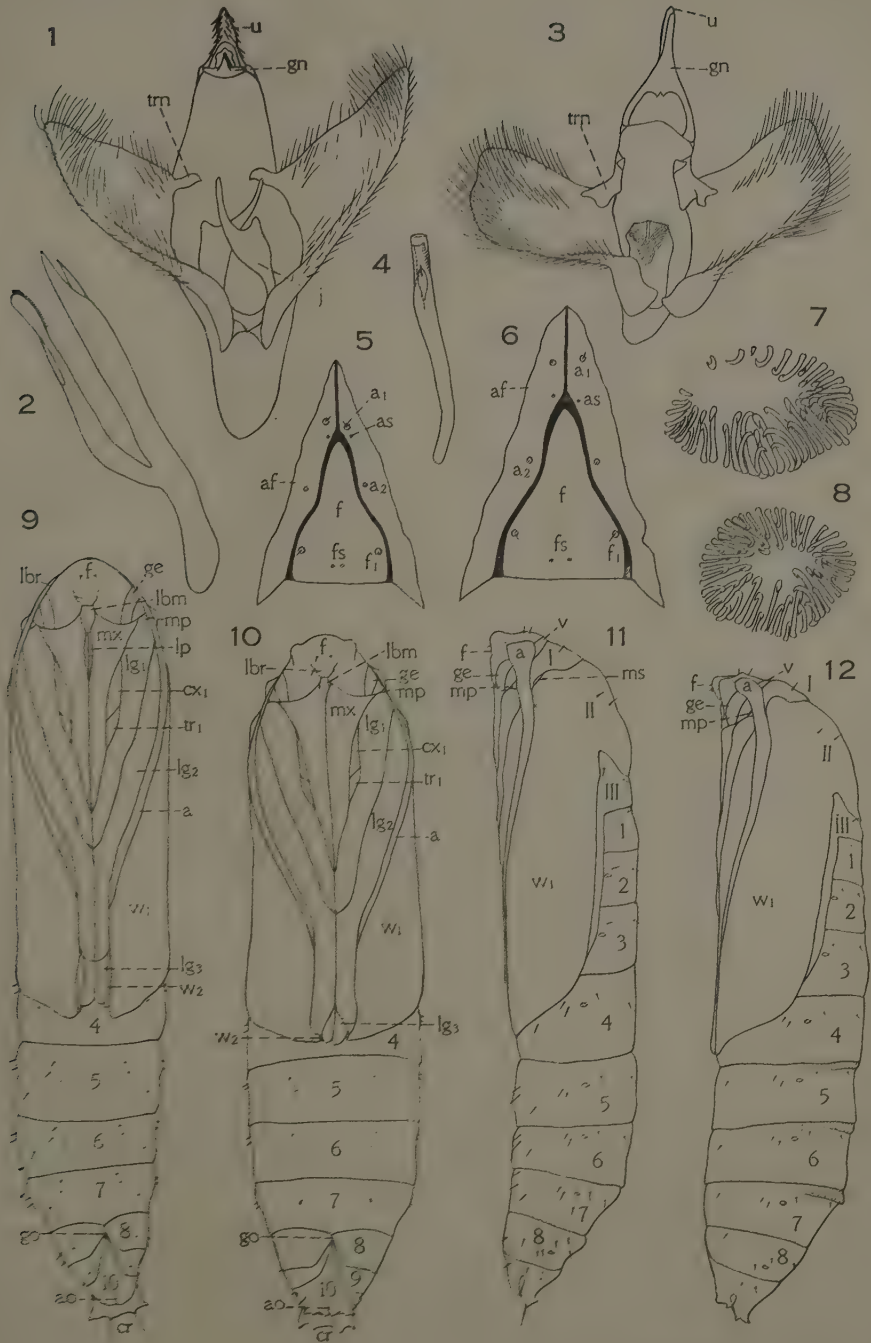
- I...prothorax
II...mesothorax
III...metathorax
I-10...abdominal segments I-10
a...antenna
a₁-a₂...adfrontal setae
ads...adfrontal suture
af...adfront
ao...anal opening
as...adfrontal sensorium
c₁-c₂...clypeal setae
cl...clypeus
cr...cremaster
cx...coxa of prothoracic leg
es...epicranial stem
f...front
f₁...frontal seta
fs...frontal sensorium
ge...glazed eye-piece
gn...gnathos
go...genital opening
j...juxta

- 7.....Grochets on poeeg of abdominal segment 1
9.....Pupa (ventral view)
11.....Pupa (lateral view)

- 8.....Grochets on poeeg of abdominal segment 1
10.....Pupa (ventral view)
12.....Pupa (lateral view)

- l₁-l₆...labral setae
lm...labrum
lbr...labrum
lg₁...prothoracic leg
lg₂...mesothoracic leg
lg₃...metathoracic leg
lp...labial palpus
md...mandible
mp...maxillary palpus
ms...mesothoracic spiracle
mx...maxilla
o₁-o₂...occipital setae
oc₁-oc₂...ocelli
os...ocipital sensorium
sv₁-sv₂...vertical sensoria
tr...trochanter of prothoracic leg
tm...transilla
u...unco
v...vertex
v₁-v₉...vertical setae
w₁...fore wing
w₂...hind wing

二化螟幼虫の頭部 Head of *Chilo simplex*.



鱗翅目蛹の脚部の相同に就きて

技師 河 田 黨

鱗翅目の蛹を見るにその下顎と前胸脚脛節及び跗節との間に當りて細き紡錘形をなせる部分を有するもの少からず(挿圖 1, 左側 cx_1 , tr_1)。而して CHAPMAN [1] 及び MOSHER [2] はこの部分を前胸脚脛節の一部と固定せるものの如し。偶予は之をニクワメイチュウ *Chilo simplex* BUTLER に就きて檢せるに同蟲の蛹にありてはこの部分は前胸脚脛節の一部分にあらずして、前胸脚基節と轉節との一部に該當すべきものと思惟するに至れり。依て更にモモズメ (*Marumba gaschkewitschi echephron* BOISDUVAL) の蛹を檢せるに同様な結論に到達せり。以下その理由に就て述べん。

ニクワメイチュウの蛹(挿圖 1,) に於ては、前述の如き紡錘形の部分は長さに於て下顎の五分の三を超え幅に於て觸角を凌ぐ(この部分の前記諸器官に對する比較的の大きさはニクワメイチュウに於ては鱗翅目中の他の多くの種に於けるより稍大なるが如し)。而して該部はその前方より約三分の二附近に於て一本の縫合線により斜に横斷せらる(1, st)。若しこの紡錘形部が脛節の一部なりとせばその縫合線は果して何を意味すべきや。予はこの疑問を懷きて、蛹化直後未だ表皮の硬化せざるニクワメイチュウの蛹に就き、口器及び脚を順次に剝除してその配列狀態を檢し、特に紡錘形部の周圍を露出せしめてその部分及び前記の縫合線が夫々蟲體の如何なる部分に該當すべきかを觀察せり。而して先づ下顎を除去したるに、その下に體の中央線に沿ひて下唇鬚(1, lp)の全部、及び下唇鬚の側方に當つて前胸脚基節(cx_1)の大部分を露せしめ得たり。且つ前胸脚基節の後端は一の縫合線(st)によりその次の一小部分(tr_1)と接續せるを認め得たり。然れども前胸脚基節の側方には前胸脚脛節及び跗節(ti , ts_1)が接觸して存在し、なほ前胸脚脛節を見るを得ざりき。茲に於て之等配列の狀態を成蟲の場合に於けるを比較せるに、成蟲に於てもその前胸脚を折り疊みたる場合にありては挿圖 2 に見る如く、

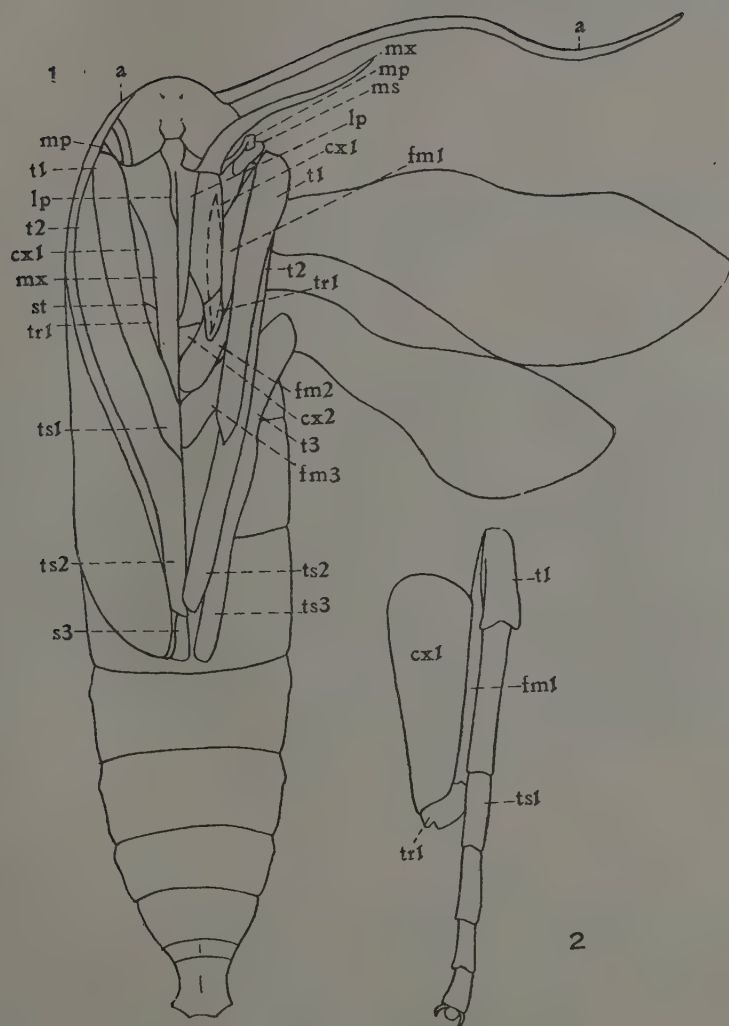
腿節 (fm_1) は基節 (cx_1) と脛節及び跗節 (t_1, ts_1) の裏に隠さるるこゝ蛹に於けるこゝ異ならざるを知れり。之に依て考ふるに前述の如き前胸脚基節の後端に接續せる一小部分(1, tr_1)は成蟲に於ける前胸脚轉節(2, tr_1)に該當するものと同定するを得べし。而して先に指摘せる紡錘形部は前胸脚基節と轉節との一部分が下顎と前胸脚脛節及び跗節との間に露出せるものにして、之を横斷せる縫合線は基節と轉節とを界するものなるを確め得たり。更にモモスズメにつきても同様な觀察を行ひたるに前述の場合と同一なる諸器管の配列狀態を認めたり。

上叙の事實に依り著者は一般鱗翅目所屬の蛹に就きて嘗て CHAPMAN 及び MOSHER が前胸脚脛節と想像せる紡錘形部は前胸脚基節及び轉節の一部分なりと同定せんをす。

挿 圖 説 明 Explanation of the figure

1. ニクワメイチユウ蛹の腹面 (Pupa of *Chilo simplex* seen from ventral side).
2. 同上成蟲の前胸脚 (Prothoracic leg of adult of *C. simplex*).

a	觸角	antenna
cx_1	前胸脚基節	coxa of prothoracic leg
cx_2	中胸脚基節	coxa of mesothoracic leg
fm_1	前胸脚腿節	femur of prothoracic leg
fm_2	中胸脚腿節	femur of mesothoracic leg
fm_3	後胸脚腿節	femur of metathoracic leg
lp	下唇鬚	labial palpus
mp	下顎鬚	maxillary palpus
ms	中胸氣門	mesothoracic spirale
mx	下顎	maxilla
st	基節-轉節縫合線	suture between coxa and trochanter
ts_1	前胸脚跗節	tarsus of prothoracic leg
ts_2	中胸脚跗節	tarsus of mesothoracic leg
ts_3	後胸脚跗節	tarsus of metathoracic leg
t_1	前胸脚脛節	tibia of prothoracic leg
t_2	中胸脚脛節	tibia of mesothoracic leg
t_3	後胸脚脛節	tibia of metathoracic leg
tr_1	前胸脚轉節	trochanter of prothoracic leg



引用文献 Literature

1. CHAPMAN, T. A. Notes on Pupae—*Orneodes*, *Epermenia*, *Chrysocoris*, and *Pterophorus*. Trans. Ent. Soc. Lond., 1896, pp, 129-147, pls. VI, VII.
 2. MOSHER, E. A. Classification of the Lepidoptera based on Characters of the Pupa. Bull. Illinois State Laboratory of Natural History, Vol. XII, Article II, 1916, pp, 44-140, pls. XXI-XXVII.
-

NOTES ON THE HOMOLOGY OF SOME PARTS OF THE
LEG IN THE LEPIDOPTEROUS PUPAE (*Résumé*).

By

Akira KAWADA.

A record is given in this account of the homology of some parts of the leg in the Lepidopterous pupae, based upon a close examination of the newly-moulted pupae of *Chilo simplex* BUTLER, whose appendages are not yet soldered up each other. Lying between the maxilla and the prothoracic tibia in the Lepidopterous pupae is found a remarkable portion which is generally divided into two parts, cephalic and caudal, (Fig. 1, cx_1 , tr_1) by a fine suture (st). This has been dealt with by CHAPMAN[1] and MOSHER[2] as a part of the prothoracic femur. To my mind, however, it seems that the cephalic part just mentioned represents a portion of the prothoracic coxa (Figs. 1, cx_1), and the caudal part is the trochanter (tr_1). The true femur (Fig. 2, fm_1) is in fact found concealed under the coxa and tibia. This is clearly made out by a comparison of these parts of the pupa (Fig. 2, cx_1 , tr_1) with those of the adult (Fig. 1, cx_1 , tr_1).

ウスカハマイマイの生態に就て (續報)

囑託 理學博士 岡田 彌 一 郎

著者は先に(農事試験場彙報第I巻第一號)ウスカハマイマイの生態に就て略報せるが、その後觀察せる所により茲に再び該害蟲の生態の一部及び形態に就て記述せん。なほ本種は前報に於てヲキナハウスカハマイマイ(*Eulota despecta* GRAY)としたるも、貝類分類學の專攻者黒田徳米氏に従ひ、茲に之をウスカハマイマイ(*Eulota siboldiana* PFEIFFER)と訂正す。

本研究に供せる材料は昭和四年四月二十日九州帝國大學農學部助教授江崎梯三氏より供給せられたるものにして、茲に同氏の厚意に對し謝意を表す。なほ研究中に於ける飼育は主として場員岩本嘉兵衛氏之に當りたり。

生 態

卵 期 前報に於てウスカハマイマイの卵期は春夏を通じて大凡15—20日間なることを記したるが、當時取扱ひたる個體數少かりしにより、昭和四年中更にそれを増加して前回同様の方法によりて飼育を行ひたり。その結果は下表に見るが如く、卵期日數は6—23日にして季節の進行に伴ひ換言すれば氣温の上昇に従ひ短縮するを見る。

産 卵 記 録

産 卵 期	觀察卵塊數	卵 期		
		最短日數	最長日數	平均日數
V. 11—20.....	8.....	15.....	23.....	18.....
V. 21—30.....	10.....	10.....	18.....	16.....
VI. 1—10.....	20.....	6.....	19.....	14.....

次に本種の飼育記録に基き有效積算溫度を計算したるに、發育限界溫度を7度と見做して約73016度時間なる價を得たり。

外 部 形 態

[殻] 充分成長せる殻は高くして4—5巻。色彩は第一巻より第二巻に至

る間は黄褐色にして、第三卷目より殻頂に至る間は灰白色を呈す。而して生時にありては殻頂及其附近を除き殻を裏付ける内皮の黑色雲斑透視せらる。但し該雲斑は個體的變化著し。

〔頭部〕 前觸角は短くして淡灰色、後觸角は稍長くして暗灰色、先端に眼を有す。體は背面中央淡黄褐色、後觸角の基部より後方に向ひ略側縁に並走せる淡黑色線狀斑紋あり。

〔足部〕 淡黑色にしてその周縁は淡色なり。

〔襟〕 淡乳黄白色、生殖孔は頭部右側後方に於ける腹面の近くに存す。

内部形態

内部形態(第六圖版, B—G 圖)に就ては分類上必要なる點を記載す。

〔消化管〕 喉頭(E. 1)は大なる筋肉性に富める囊にして背側の後端中央に球形の小突起あり。齒舌(B—C)は前部幅廣く後背方に折れ返り、後部は稍狭く、兩側縁は僅か背面に折れ返れり。齒式* は $75/22+15; 1; 15+22$ 。中齒(G. 1)に少棘なきも側齒(G. 2)に小棘を有す。また緣齒は中央先端にて二分し、その兩方とも(G. 4)若くは一方のみ(G. 3)更に二分す。顎板は唇の内縁に1個ありて黒褐色、背方に向ひて彎曲し、その内側に7—9個の不規則なる縦板あり。喉頭に續ぐ食道(E. 2)は黄褐色、卵形を呈し、嚥囊に連絡す。嚥囊(E. 3)は薄膜の長大なる囊にして、略その全表面に發達せる唾液腺(E. 4)を存す。而して唾液腺は前後兩端より各一管を出す。即ち前行するものは唾液管(E. 5)にして、喉頭の後端に近き兩側面に、また後走するものは胃に開口す。胃(E. 6)は嚥囊につぐ稍細長き管にして、第二卷の始部表面の近くに存し、肝臓(E. 23)の左右兩房間に位せり。

〔生殖器〕 兩性生殖器は稍複雑なる構造をなすも、雄器は雌器に比して簡單にして生殖孔の近くに存在す。

〔雄器〕 輸精管(E. 7)は長き細管にして、その後端は稍大なる球狀の盲囊即ち受精囊(E. 16)に終り、前方は雌器に經綿して生殖口に開く。陰莖(E. 8)は良く發達し、鞭狀體(E. 10)は稍小なり。陰莖索引筋(E. 9)は先端陰莖の

* 齒式は齒列數を次の順序に配列せるものなり。總齒列數(緣齒列數+側齒列數+中齒列數+内側齒列數+緣齒列數)。

前端に近き部分ミ外套腔壁ミに連なる。

〔雌 器〕 主なるものは、輸卵管 (E. 11) 及び攝護腺 (E. 18) にして、前者は幾多屈曲し、管壁稍厚くして皺あり、前行して子宮 (E. 12) 及膣 (E. 13) となる。膣は管状をなして陰莖ミ共に生殖口に開く。粘液腺 (E. 15) は膨大せる筋肉性の塊をなし、戀矢囊 (E. 14) に近く位し膣内に開口す。兩性生殖腺 (E. 17) は肝臓中に埋没して葡萄總状をなし淡黄色を呈す。兩性生殖管 (E. 19) は細管にして、螺旋状に迂回し、輸卵管の末端より兩性生殖腺を連絡す。蛋白腺 (E. 20) は黄褐色、長き舌状をなし胃ミ肝臓左房ミの間に横はり、第一卷の内側上部にあり。

〔神 經〕 腦 (F. 24) は食道始部の背面にあり。その後縁中央は稍括れ左右二個の食道上神経節に分たれ、其前端兩側よりは後觸角神經 (F. 25) を、また後端よりは後觸角索引筋に入りて眼に達する視神經 (F. 26) を出す。後觸角神經の近くには細き前觸角神經 (F. 27) あり。腦は背側前縁中央より稍太き背脣神經 (F. 28) を出し、又その後端兩側よりは腦内臟神經連鎖 (F. 29) 及び腦足部神經連鎖 (F. 30) を派して内臟足部神経節 (F. 31) に連絡す。該神経節は大にして左右の二大球に分れ、その背面よりは後外套神經 (F. 32) 前外套神經 (F. 33) 及び尿生殖器神經 (F. 34) を、また腹面よりは多數の足部神經 (F. 35) を派出す。なほ内臟足部神経節の前縁中央よりは喉頭の腹面に至る喉頭神經 (F. 36) 及び體壁に至る脣神經 (F. 37) を出す。

圖 版 説 明

第六圖版 ウスカハマイ (Eulota sieboldiana Pfeiffer)

A—外形。B—齒舌腹面。C—同前廓大。D—齒舌背面廓大。E—内臟。F—神經。
G—齒廓大。

1—喉頭；2—食道；3—嚥囊；4—唾液腺；5—唾液管；6—胃；7—輸精管；8—陰莖；9—陰莖索引筋；10—鞭狀體；11—輸卵管；12—子宮；13—膣；14—戀矢囊；15—粘液腺；16—受精囊；17—兩性生殖腺；18—攝護腺；19—兩性生殖輸管；20—蛋白腺；21—圍心腔；22—腎臟；23—肝臟；24—腦；25—後觸角神經；26—視神經；27—前觸角神經；28—背脣神經；29—腦内臟神經連鎖；30—腦足部神経節；31—内臟足部神経節；32—後外套神經；33—前外套神經；34—尿生殖器神經；35—足部神經；36—喉頭神經；37—體壁神經；

G—齒廓大；1—中齒；2—側齒；3, 4—緣齒。

ANATOMICAL AND ECOLOGICAL NOTES ON *Eulota sieboldiana* PFEIFFER, A SNAIL INJURIOUS TO SOME VEGETABLES. (Résumé)

By

Yaichiro OKADA.

Since the appearance of my previous paper (Journ. Imp. Agric. Exp. Sta., Vol. I, No. 1, pp. 101-106, 1929) on the life history of *Eulota sieboldiana* PFEIFFER, a snail injurious to some vegetables, I have had occasion to examine its structure and the duration of its egg-stage. In this résumé the results obtained inclusive of those placed on record merely in Japanese in the previous account, are summarised as follows:

1. *Eulota sieboldiana* PFEIFFER is highly destructive to some vegetables, such as the cucumber, radish, cabbages and others, and is found to occur in the prefectures of Fukuoka and Chiba.

2. The flagellum of the said species is less developed than that of *Eulota peliomphala* PFEIFFER. The teeth formula is 75 (22+15:1:15+22).

3. Copulation takes place extending from March to May, especially in March and April. It begins in the forenoon and, though varying in different individuals, lasts for about three hours.

4. Spawning occurs about 75 days after copulation, that is, in about the latter half of May. It usually takes place in the forenoon.

5. Eggs, each spherical in shape and measuring 1.5-2.0 mm in diameter, are laid in a mass in the ground at a depth of 1-8 cm. Their deposition occurs three or often five times throughout the spawning season.

6. The number of eggs deposited at one time amounts to 104 on an average.

7. Incubation lasts for 15 days on an average. Its accumulation temperature is about 73016 degree hours.

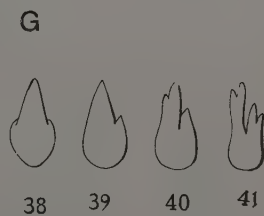
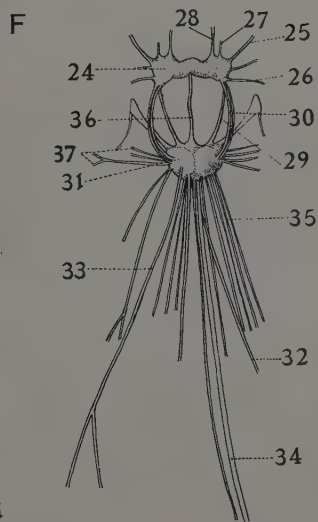
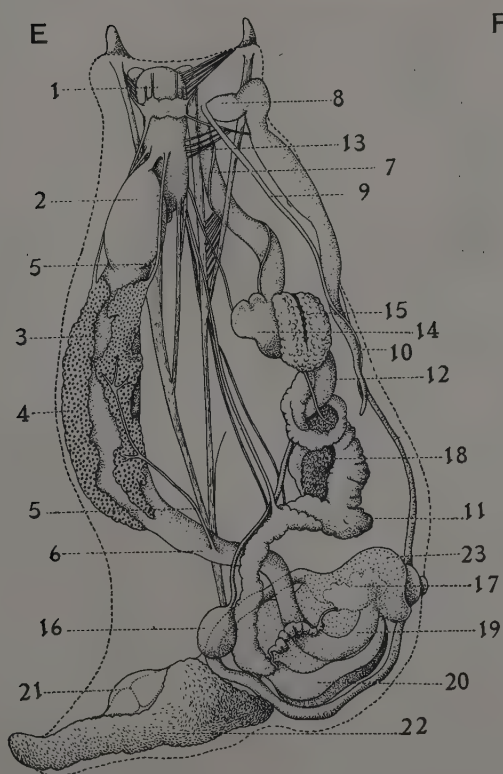
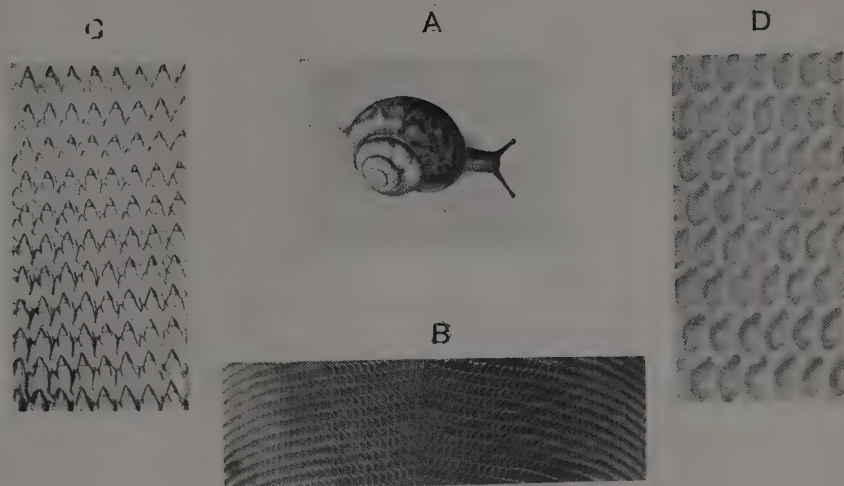
8. Hibernation extends from November to March.

Explanation of Plate VI.

Eulota sieboldiana PFEIFFER

- A. Outer feature ($\times 1.5$).
- B. Ventral view of Radula.
- C. A part of Radula magnified, ventral view ($\times \text{Ca. } .500$).
- D. A part of Radula magnified, dorsal view ($\times \text{Ca. } .600$).
- E. Visceral organs.
- F. Nervous system.
- G. Teeth of Radula magnified.

- 1. Pharynx. 2. Oesophagus. 3. Crop. [4. Salivary gland. 5. Duct of salivary gland. 6. Stomach. 7. Vas deferens. 8. Penis. 9. Retractor muscle of Penis. 10. Flagellum. 11. Oviduct. 12. Uterus. 13. Vagina. 14. Dart sac. 15. Mucous gland. 16. Seminal vesicle. 17. Hermaphroditic gland. 18. Prostate gland. 19. Duct of Hermaphroditic gland. 20. Albumen gland. 21. Pericardium. 22. Nephridium. 23. Liver. 24. Cerebral ganglion. 25. Posterior antennal nerve. 26. Optic nerve. 27. Anterior antennal nerve. 28. Dorsal labial nerve. 29. Cerebro-visceral connective. 30. Cerebro-pedal connective. 31. Cerebro-pedal ganglion. 32. Posterior parillial nerve. 33. Anterior parillial nerve. 34. Urino-genital nerve. 35. Pedal nerve. 36. Glossopharyngeal nerve. 37. Lateral nerve. 38. Centrals. 39. Laterals. 40, 41. Marginalis.



菜種のキャンペストリス品種とナプス品種との 結實性及び自然交雑に關する差異に就て

技手 禹 長 春

技手 永 松 土 巳

目 次

緒 言	113
種々の授粉條件による結實性.....	113
同「種」内の自然交雑.....	120
異「種」間の自然交雑.....	121
摘 要	126
引用文献.....	126
英文摘要	127

緒 言

本邦に於て菜種として栽培せらるるものの殆んど全部は *Brassica campestris* L. なるか然ざれば *B. napus* L. に屬せり。この兩種間の形態上及び生理的特性に關する差別に就ては先に農事試験場彙報第一卷第四號 [10] に於て記載せられたるが、著者等は鴻巣試験地に於ける實驗に依りて更に結實性及び自然雜種の發生に關しても兩種間に明瞭なる差異ある事を認めたり。この問題は特に育種並に種子繁殖に關係深きを以て目下研究を進めつつあるも、茲に既に得たる成績の一部を記して該方面に對する參考に資せん。なほ以下の記述に於ては便宜上キャンペストリスに對して C、ナプスに對して Nなる略號を使用すべし。

種々の授粉條件による結實性

アブラナ屬作物は屢觀察せらるるが如く自家授粉の場合に概して結實不良の傾あり。例へば柿崎 [1, 2, 3] 及び NELSON [6] 等によれば白菜、甘藍に於て自家不稔性の高き植物存在せるは明なり。然れども普通に製油用として栽

培せらるる菜種の品種が果して如何なる程度の結實性を有せるかに就ては未だ正確なる記録無きが如し。著者等は之に關して昭和五年度に於ける品種比較試験並にその他の育種實驗より種々の調査材料を採りて異なる授粉條件による結實性を檢し、以てC品種とN品種との間に於て結實性に關する特殊の差異あるを確め得たり。

(1) 授粉條件及び調査方法

本報の場合に於ける授粉條件は(1)自然授粉、(2)網枠掛授粉、(3)他家授粉、(4)自家授粉の四種にして、その各項に關する説明は下の如し。

自然授粉の場合は圃場に栽植せる植物に於てその開花結實を自然状態のままに放任せるものとす。その結實性に關する調査は、之に供用すべき個體に就て發育正常なる最下位の側枝(第一次分枝)を採り、その穂の中央部即ち下より第9—18莢の10莢を採りて夫等各莢の胚珠數と結實粒數とを數へたり。而してその結果を全調査個體に於ける調査總莢數に就て合計し、斯くして得たる胚珠數總計に對する結實粒數總計の百分比を算出して之を「結實歩合」となしたり。

網枠掛授粉にありては圃場に於ける或る個體を選定し、之に高さ四尺縱横各二尺の鐵線製枠に蚊帳地製の袋を掛け(第七圖版参照)、豫め數日間隔離し置きたる蜜蜂を開花期間中その内に放ちて授粉を媒助せしめたり。而してC品種にありては一枠内に二株を圍ひ、N品種にありては只一株を圍ひ、之を各品種に就て一枠づつ供用したり。その結實性の調査に當りては生育上又は結實上等に於て特に故障ありたりと認むべき個體を除き、その他のものに就て一個體宛20—30莢を撰定し、之に就きて前項の場合の如き總胚珠數に對する總結實粒數の百分比を求めたり。

人爲的操作による自家及び他家授粉の場合に於ては、圃場の栽培植物を二月下旬に徑一尺の植木鉢に一鉢一株づゝ移植し、適當なる保護管理によりて之を生育せしめ、之に就て下記の授粉操作を施したり。即ち自家授粉の場合には開花二三日前よりバラヒイン紙袋を掛け開花當日に至りて授粉せしめ、他家授粉の場合には自家授粉に供せる同一個體に就て開花二三日前の花蕾を去勢して之にバラヒイン紙袋を掛け、その開花に當るべき日に至りて同「種」内の異品種より採れる花粉を以て授粉したり。而して何れの

場合に於ても一花序内に於ける最終授粉花の落花後四五日を経てバラヒイン紙袋を取り去りたり。その供試個體は各品種一株づつにして之に就て前述の如き總胚珠數と總結實粒とによる結實歩合の調査を行ひたり。而して授粉操作後發育を中止せる莢は極めて少數なりき。この種の完全不稔莢は上記の調査に加へざるものとす。

更に上述の結實歩合調査の結果により各種の授粉條件に對する結實性を比較せんが爲に、自然授粉の場合を以て實際上に於ける好適結實條件と見做し、その結實歩合を比較の標準として之に對する他の授粉條件による結實歩合の百分比を算出したり。この値を假に「結實比率」と名けん。

(2) 各品種に於ける結實性

本項に關する調査個體は品種試験の材料中より採れるものにして、該試験に於てはC品種87種、N品種51種を供試し、各品種一畦(畦巾3尺、株間1.5尺)づつ配列して栽植したり。而して自然授粉及び網柵掛授粉による結實歩合は之等全部の品種に就て調査せるも、他の授粉條件を滿して結實歩合の調査に供用し得たる品種は寧ろ少數なりき。且つ自然授粉に於ては各品種に就き適當と認むべき個體10株を選出して先に述べたる如く一株宛10莢を採り合計100莢を調査せるを以て可なりに正確なる數値を求め得たりと考ふるも、他の授粉條件に對しては一品種に就き僅に1株を供試したるに過ぎざるを以て、その成績には多少不正確の點あるべし。然れどもその總括に於てはC品種群とN品種群との比較に對し大體に於て適當なる資料たり得べしと信ず。なほC及びN兩品種群に於ける結實性の品種間變異に就ては之を他日の問題とし、本稿に於ては實驗成績上に多少之を認むるもその論究には深く入らざることとせり。

本調査の成績は第一表及び第二表に示す所の如し。第一表に就て見るに自然授粉の結實歩合はC十品種の平均に於て70%、N六品種の平均に於て77%にして、且つNに於ては各品種が概して近似せる結實歩合を示せるに反しCに於ては品種間變異が稍著しきを見る。之れ蓋し前者は一般に後者より多少結實性高きによるものなるべし。

網柵掛授粉の場合に於てはCとNとの間に一層明瞭なる差異あるを認む。即ちCに於ては結實歩合は自然授粉の場合に於けるより概して低下し且つ

その程度の著しきもの割合に多く、之を結實比率に就て見れば10品種の平均に於て61%なり。然るにNに於ては一般に自然授粉の場合に近似せるか或は夫以上の結實歩合を示し、その結實比率の平均は99%に達せり。而してN品種の場合には一枠内に只一個體を圍ひたるに對し、C品種の場合に於ては自家不稔性の作用を免れんがため一枠内に二株を組合せたるも、而かもなほ前述の如き結果を見たり。

次に第二表に於ける他家授粉の結果を見るにC品種もN品種も同様に、概して自然授粉の場合に同程度の結實性を示せり。然るに自家授粉に於てはC品種は一般に結實性を低下しその平均結實比率は41%なるに反し、N品種は自家授粉の場合に於ても他家授粉並に自然結實の場合に殆んど同等なる結實性を示めせり。

以上の觀察によりC品種は他の多くのアブラナ屬作物に於けるが如く一般に顯著なる自家不稔性を有せるに反し、N品種は概して自家結實性高きこと明なるべし。従つて自然開花状態の下に於てはC品種は交雜の機會可なり高かるべきに反し、N品種は普通の栽培に於ても自家授粉の行はるること多かるべく、自然交雜の危険はC品種に比して遙に少なきこと疑なか

第一表 菜種品種の自然授粉及び網枠掛授粉に於ける結實歩合

Table I. Fertility due to natural and net pollination in rape varieties.

品 種 Varieties	自然授粉 (Natural pollination)			網 枠 掛 授 粉 (Net pollination)			
	調査莢數 Siliqua	胚 珠 數 Ovules	結實歩合 Fert. %	調査莢數 Siliqua	胚 珠 數 Ovules	結實歩合 Fert. %	結實比率 Rel. fert. %
C 7 京 都 在 來	100	2432	82	21	543	81	99
C 14 鹿 島 在 來	"	2860	60	24	689	18	30
C 28 田 舍 種	"	2847	75	22	507	35	47
C 29 箒 鞠 種	"	3015	67	25	716	53	78
C 34 珍 穂 子 種	"	2902	62	20	530	50	81
C 38 秋 穂 種	"	2617	70	25	489	48	69
C 45 長 崎 在 來	"	3359	77	22	671	18	23
C 53 杓 子 菜 種	"	2964	76	25	605	59	78
C 60 體 菜 種	"	2513	56	20	416	48	86
C 78 箒 種 中 生	"	3048	76	25	738	25	33
平 均 (Average)			70			43	61
N 4 普 通 朝 鮮	100	3079	76	25	677	80	105
N 5 樺 太 種	"	2967	77	26	734	75	97
N 10 不 二 種	"	2959	76	23	678	83	109
N 18 さ う た ね	"	2942	76	25	674	68	89
N 33 在 來 朝 鮮 種	"	2871	71	25	764	80	113
N 43 六 ツ 美 晚 生	"	2829	83	26	756	68	82
平 均 (Average)			77			76	99

第二表 菜種品種の他家授粉及び自家授粉に於ける結實歩合

Table II. Fertility due to cross and self-pollination in rape varieties.

	他家授粉 (Cross-pollination)					自家授粉 (Self-pollination)			
	調査莢数 Siliqua	胚珠数 Ovules	結實歩合 Fert. %	結實比率 Rel.fert. %		調査莢数 Siliqua	胚珠数 Ovules	結實歩合 Fert. %	結實比率 Rel.fert. %
C 7	C 2	28	808	81	99	54	1606	58	71
	C 34	25	758	74	90				
	C 7	30	954	64	107				
C 14	C 45	28	942	56	93	17	552	29	48
	C 53	23	742	59	98				
	C 59	24	700	70	117				
C 28	C 14	25	736	61	81	20	529	29	39
	C 38	16	442	45	60				
	C 59	13	340	67	89				
C 29	C 2	26	770	79	118	35	962	25	37
	C 28	25	651	76	113				
	C 61	25	684	48	72				
C 34	C 29	25	938	58	94	12	437	27	44
	C 50	18	742	55	89				
	C 78	24	731	80	129				
C 38	C 29	21	667	55	79	36	1093	31	44
	C 53	26	901	66	94				
C 45	C 14	13	532	66	87	14	530	12	16
	C 38	13	449	83	108				
C 53	C 59	25	702	91	120	19	496	10	13
	C 60	25	682	93	122				
C 60	C 2	20	588	88	157	27	769	36	64
	C 45	20	592	85	152				
	C 61	16	472	78	139				
C 78	C 53	20	568	89	117	26	810	28	37
	C 59	27	1066	75	99				
	C 61	24	746	83	109				
	C 83	25	648	76	100				
平均 (Average)				71	101			29	41
N 4	N 10	20	636	82	108	40	1280	80	105
	N 18	25	774	82	108				
N 5	N 13	25	1036	55	71	29	866	80	104
	N 2	13	400	83	109				
N 10	N 13	20	702	76	100	25	740	68	89
	N 33	20	652	76	100				
N 18	N 10	21	616	79	104	34	1134	69	91
	N 43	30	867	70	92				
N 33	N 2	24	620	73	103	34	1136	69	97
	N 12	25	840	73	103				
N 43	N 43	20	694	74	104	27	754	81	98
	N 2	20	560	80	96				
	N 4	28	800	79	95				
平均 (Average)	N 10	20	572	57	69				
				74	96			75	97

るべし。而して鴻巣試験地に於ける菜種育種試験の著手に際し本邦各地より數多の在來品種の種子を蒐集してその栽培を試みたるに、C 品種は種々の形質に關し概して著しく不純なりしに反し N 品種中には形態上に於ても生理的特性に於ても可なり純粹に近き品種少なからざりしを認めたり。この事實は上述の如き兩種の結實性に關する差異と正に符合せりと言ふべし。

第三表 キャンペストリス同種内交配のF₁植物に於ける自然授粉及び自家授粉の結實歩合Table III. Fertility due to natural and self pollination in F₁ plants of intra-species crosses between *campestris*-varieties.

支配番號 Cross No.	♀ × ♂	自然授粉 (Natural pollination)			自家授粉 (Self-pollination)			
		調査莢數 Siliqua	胚珠數 Ovules	結實歩合 Fert. %	調査莢數 Siliqua	胚珠數 Ovules	結實歩合 Fert. %	結實比率 Rel. fert. %
CC 1	C 1 × C33	30	556	70	48	1,235	29	41
" 2	C 2 × C"	"	701	42	33	816	27	64
" 3	" × C47	"	816	81	48	1,468	38	47
" 4	C10 × C 2	"	713	59	53	1,618	15	25
" 5	" × C33	"	696	50	38	1,112	10	20
" 6	" × C47	"	872	76	48	1,391	28	37
" 7	C18 × C 2	"	781	53	45	1,300	15	28
" 8	" × C33	"	888	75	38	1,186	27	36
" 9	" × C47	"	760	71	43	1,298	19	27
" 10	C31 × C"	"	886	82	94	3,132	14	17
" 11	" × C70	"	904	67	49	1,248	27	40
" 12	C32 × C 2	"	644	69	42	1,391	17	25
" 13	" × C33	"	906	78	45	1,450	18	23
" 14	" × C47	"	714	76	42	1,238	39	51
" 15	C33 × C 2	25	604	47	130	4,637	17	36
" 16	" × C47	30	639	63	8	212	17	27
" 17	C37 × C 2	"	806	90	17	426	14	16
" 18	" × C33	"	548	62	39	1,078	2	3
" 19	" × C47	"	694	70	124	4,089	2	3
" 20	C46 × C 2	"	924	83	54	1,711	24	29
" 21	" × C33	"	655	49	82	2,432	24	49
" 22	" × C47	"	686	64	56	1,632	13	20
" 23	C47 × C 2	"	811	76	43	1,322	57	75
" 24	" × C33	"	950	73	43	1,394	23	32
" 25	C50 × C 2	"	757	81	25	686	24	30
" 26	" × C33	"	752	78	54	1,700	24	31
" 27	" × C47	"	828	72	34	1,193	6	8
" 28	C52 × C 2	"	890	70	33	893	18	26
" 29	" × C33	"	704	66	42	1,287	15	23
" 30	" × C47	"	788	69	45	1,634	15	22
" 31	C56 × C 2	"	688	57	41	1,219	23	40
" 32	" × C33	"	842	88	29	918	10	11
" 33	" × C47	"	808	78	43	1,365	24	31
" 34	C64 × C 2	"	857	51	24	690	21	41
" 35	C69 × C 2	"	699	72	54	2,933	54	75
" 36	" × C33	"	888	70	33	1,060	9	13
" 37	" × C47	"	818	88	25	728	12	14
" 38	C70 × C33	"	722	68	33	1,052	28	41
" 39	" × C47	"	1072	77	30	1,137	24	31
" 40	C71 × C 2	"	788	51	38	1,093	5	10
" 41	" × C33	"	848	64	55	1,714	16	25
" 42	" × C47	"	728	56	44	1,562	15	27
" 43	C72 × C 2	"	754	49	35	1,012	29	59
" 44	C74 × C 2	"	832	77	34	979	26	34
" 45	" × C47	"	836	75	35	1,096	55	73
" 46	C97 × 京菜	"	1047	76	67	2,268	33	50
" 47	京菜 × C37	"	1020	76	32	1,044	37	49
平均(Average)				69			22	32

[供試品種] C1 野洲在來 C2 漢口種 C10 長州種 C18 改良御絲種 C31 白水在來 C32 早生菜
 C33 蕪湖種 C37 四日市丸葉種 C46 早生 C47 北海 C50 三重在來 C52 菜種 C56 チ・モガラシ
 C64 箬種中生 C69 浪花種 C70 本莊在來 C71 龜田在來 C72 高島在來晩生 C74 早生菜

第四表 ナブス同「種」内交配の F_1 植物に於ける自然授粉及び自家授粉の結實歩合

Table IV. Fertility due to natural and self pollination in F_1 plants of intra-species crosses between *napus*-varieties.

交配番號 Cross. no.	♀ × ♂	自然授粉 (Natural pollination)			自家授粉 (Self-pollination)			
		調査莢數 Siliqua	胚珠數 Ovules	結實歩合 Fert. %	調査莢數 Siliqua	胚珠數 Ovules	結實歩合 Fert. %	結實比率 Rel. fert. %
NN 1	N 2 × N10	30	1002	52	56	1.859	67	129
" 2	" × N13	"	918	57	58	1.993	63	111
" 3	" × N26	"	932	54	64	2.096	58	107
" 4	" × N44	"	930	60	65	2.202	64	107
" 5	" × N45	"	1016	61	80	2.592	56	92
" 6	N10 × N13	"	1003	75	55	1.762	67	89
" 7	" × N26	"	837	73	28	838	76	104
" 8	" × N42	"	920	81	50	1.632	78	96
" 9	N13 × N 2	"	948	65	55	1.806	80	123
" 10	" × N18	"	935	60	49	1.560	61	102
" 11	N26 × N10	"	881	50	62	1.997	62	124
" 12	" × N18	"	812	65	54	1.632	64	98
" 13	N42 × N18	"	860	73	54	1.580	81	111
" 14	" × N44	"	841	83	62	1.924	74	89
" 15	N44 × N 2	"	912	58	55	1.656	50	86
平均(Average)				64			67	105

[供試品種] N2 早生朝鮮 N10 不二種 N13 晩生菜 N18 そうたね N26 吾妻 N42 薬苔
N44 六ツ美中生 N45 ハンブルグ

第五表 同「種」内雑種の F_1 植物に於ける自然授粉及び自家授粉の結實歩合に關する變異

Table V. Variations of F_1 plants of intra-species crosses in regard to the fertility due to natural and self-pollination.

		自家授粉結實歩合 Fertility in self-pollination, %										合計(Total)	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	C	N
自然授粉結實歩合 Fertility in natural-pollination, %	40	1	1	3				1				5	1
	50	1	3	2		1	1	4				6	6
	60	3	7	3	1		1	1	1			14	3
	70	1	2	7	2		3	1	1	1		15	3
	80	1	3	2	1					2		7	2
合計 (Total)		C	7	16	17	4	3					47	
		N					1	2	7	4	1		15

[備考] 普通字體—C 太字—N

Note : Ordinary figures—*campestris*-varieties, thick-faced figures—*napus*-varieties.

(3) 同「種」内雑種の F_1 植物に於ける結實性

C 及び N 品種群の兩者に於て同「種」内の品種間交配を行ひ、夫より生ぜる F_1 植物に就て、先に説明せると同様の方法により、その自然授粉及び自家授粉の場合の結實性を檢したり。その供試 F_1 植物は各交配組合せに就て一株づつにして、兩種の授粉方法を同一個體上に適用せるものとす。その成

續は第三表及び第四表に示す所の如し。

第三表及び第四表に依れば、C 及び N の同「種」内雜 F₁ 種植物に於てもまた、先に品種に就て觀察せると同様な關係を認む。即ち自然授粉に於ては C 群及び N 群の兩者共に F₁ 植物は可なり高き結實性を現し、且つその程度は大體に於て各品種の自然授粉に於けるに相似たり。然るに自家授粉の場合に於ては C 群の F₁ 植物は一般に著しく結實歩合を低下せるに反し、N 群の F₁ 植物は大體に於て自然授粉と同程度の結實性を示せり。なほ第三表及び第四表を總括して結實歩合の變異狀態を表す時は第五表の如し。而して本表に現はれたる限りに於ては、自然授粉の結實歩合と自家授粉の結實歩合との相互關係は、N 品種群に於ては多少認めらるべきも、C 品種群に於ては之を認め得ざるものの如し。

上般の如く N 品種が高度の自家結實性を示せるは特殊の實用的意義を有するものにして、即ち之によつて品種の育成並に保存上或は種子の繁殖上多大の便益を得べし。而して現今に於ける榮種生産の改良増進上最も重要な N 品種が斯の如き特質を有するは特に意義深きものとす。

同「種」内自然交雜

前節に掲げたる C 及び N 品種の結實性より見て、先づ C 品種に於て同「種」内自然交雜の多かるべきは疑なしとす。また N 品種は C 品種に於けるよりその頻度遙に少なかるべきも、普通の栽培狀態の下に於ては或る程度の自然交雜は免れ難き處なるべし。而して同「種」内の自然交雜歩合に關しては既に稻、小麥、蕃茄、茄子、大豆、甘藍等の作物に就ては實驗せられたるものあるも、榮種に於てはこの點に就きても未だ特に調査せられたるものなし。而して之に關する著者等の實驗未だ豫備的調査の範圍を脱せざるも、茲に掲げて多少の參考に資せんとす。

C 品種に於ける自然交雜の頻度を檢するに適合せる品種として、著者等は伊豫緋蕪を撰定したり。該品種は葉面に濃紫赤色を現すものにして、その特徴は幼植物に於ても既に顯著に表現せらる。而して之と普通の綠葉種との間の雜種型は暗綠赤色の葉を着生するものにして、緋蕪型及び普通型の何れとも明に識別する事を得。著者等は伊豫緋蕪の純粹なる種子を得た

るにより、之を昭和五年度の品種試験中に加へて栽培し、その自然結實に依る種子を採りて翌代個體群を養成したり。而してその葉色調査の結果によれば、總供試個體46株中に於て濃紫赤色の葉を生ぜる緋蕪型は僅に11株にして、殘餘の35株は凡て緋蕪型と普通型との中間型なりき。後者は疑もなく自然交雜の結果物と見るべきものにして、從つてこの場合に於ける交雜歩合は76%に當れり。素よりこの觀察の結果を直に一般の場合に適用することは不可なるべきも、之に依つて考ふれば種々の異なるC品種を近接して栽培する場合に於ては品種間雜種の發生恐らく著しかるべし。

N品種に於ては四日市黑種に就て同種内自然交雜の發生を觀察せり。同種はN品種中に於ては早生種に屬し、主稈の伸長著しく不良なるによりて、他の草丈高き中生又は晩生種と一見明瞭に識別せらる。而して前者を母とし中晩生種を交配して生ぜる雜種第一代植物は容易に四日市黑種より區別せらるる程度に於て程長く且つ晩熟なり。依て昭和五年度の中晩生品種と接近して配列せられたる四日市黑種より自然結實の種子を採り、翌代個體を多數に養成したるに、總個體數1,364株中に中晩生種との自然雜種と認むべき個體121株即ち約9%を發見せり。ただ品種試験の供試品種中には四日市黑種に近似せる形態の品種を多少含めるを以て、實際に起れる自然交雜の歩合は或は前記の數値より幾分か高かるべきやも圖り難し。然れども之を先に示せるC品種の場合に比ぶる時はその間に著しき較差の存在せるを認むべし。

N品種に於ける同種内自然雜種の發生歩合は、勿論單に前掲の一例のみに依て之を律すること能はざるべきも、恐らく之によつて大體の傾向を察知することを得べし。而して之を米麥類に於ける自然交雜の頻度に比する時は比較的高き頻度と言ふべく、從つて改良種の保存栽培又は種子繁殖の場合に於ては、他品種に對する隔離の方法に就て相當の注意をなすこと必要なるべし。

異「種」間の自然交雜

人工交配に於てC品種とN品種との交配は既にSINSKATA[8]、盛永[4,5]、笹岡[7]等によりてなされたる交配實驗の結果より見るも比較的容易なること明

なるが故に、兩者が接近して栽培せらるる時は自然交雜の起り得べき事疑なしとす。從て菜種に於ては前述の如き同種内品種間の自然交雜の外、なほCとNとの間の種間自然交雜の發現に就ても考慮するを要す。而して之につきても既往の記録なほ甚だ不備なるを以て、著者等は育種試験の諸材料につきその調査を試みたり。

(1) 「種」間交雜植物の特徴

人工交配試験に於ける兩種間の雜種第一代植物を検するに、C×Nに於てもN×Cに於てもそのF₁植物は何れも次の如き特徴を有するを認めたり。

先づ幼植物の當時に於ける葉色に就て見るに、N品種は一般に濃綠色なるに對しC品種は概して夫より遙に淡き綠色を現せるが、兩者間のF₁植物はその中間の程度の葉色を呈せり。またF₁植物は一般に發育旺盛にして普通品種の苗中に混在する時は特に人の注目を牽く。殊に大體の形態が寧ろN品種に近きを以てC品種の苗床に於ては最も容易に識別せらる。開花期に於てはF₁植物は益明瞭なる特徴を表現するものにして、即ち花はC及びNの何れより小形なるのみならず、雌雄蕊の發育不完全なるもの多く、且つ開花期間が通常の品種に比して長きに亙るを常とす。なほこの當時に於てもF₁植物は葉色濃く葉内の革質にして外觀N品種に稍類せるが故にC品種との區別明なり。また細き分枝を多數に簇生するを以てその點に於てN品種とも一見して區別せらる。進んで成熟期に及べば種間雜種に共通なる不稔性の表現に依りてF₁植物の檢出愈確實なる。即ちF₁植物は莢の發育著しく不良にしてその形短小なり且つ犬小の「クビレ」を現すと共に、その結實粒數少し。種子も大小不同甚しく且つ不完全粒を生ずること多し。從てF₁植物が普通の結實狀態を示せる個體群中に混在する場合に於ては之が判別甚だ容易なりとす(F₁の不稔性及び交雜種子に就ては後段參照)。

(2) 「種」間交雜の頻度

「種間自然交雜の發現に就ては昭和五年度の品種試験中よりC品種26種、N品種19種に於ける自然結實の種子を採種し、翌年之を播種栽培してその調査を行ひたり。之に關する成績は第六表に示す所の如し。

第六表に就て見るにC品種に於ては26品種の合計に於て3,520個體を處理せるもその中に「種間交雜」を認むべき個體は一株も發見せざりき。然るにN

第六表 菜種に於ける自然種間交雑歩合

Table VI. Frequency of the natural inter-specific crossing between *napus* and *campestris*.

品 種	總個體數	雜 種	雜 種	品 種	總個體數	雜 種	雜 種
Varieties	No. of pts. grown	個 體 數	出現歩合	Varieties	No. of pts. grown	個 體 數	出現歩合
		No. of hybrids	pts. %			No. of hybrids	pts. %
C 6 晩 生 黄	22	0	0	N 1 四 月 市 黒 種	1364	54	4
C 9 浦 東 在 黄	22	0	0	N 2 早 生 朝 鮮	3303	115	3
C11 浦 東 在 黄	902	0	0	N 4 普 通 朝 鮮	22	2	9
C14 鹿 島 在 黄	22	0	0	N 6 伊 勢 黒	22	1	5
C15 鹿 島 在 黄	22	0	0	N 8 吾 妻	25	3	12
C16 鹿 島 在 黄	22	0	0	N 9 晩 生 菜	281	4	1
C17 取 在 黄	220	0	0	N10 不 二 種	269	12	4
C18 改 良 御 菜	22	0	0	N13 晩 先 菜	289	2	1
C19 改 良 御 菜	22	0	0	N16 大 朝 鮮	22	6	27
C25 大 丸 菜 油	22	0	0	N18 さ う た ね	24	4	17
C28 田 白 菜 在 在	22	0	0	N21 朝 鮮 種	24	8	33
C31 田 白 菜 在 在	22	0	0	N25 晩 生	22	0	0
C33 無 水 湖 子	242	0	0	N57 吾 妻 菜	26	7	27
C34 無 水 湖 子	22	0	0	N30 大 朝 鮮	22	7	32
C35 無 水 湖 子	242	0	0	N31 唐 朝 種	22	3	14
C40 芳 長 賀 崎 在 在	22	0	0	N32 大 朝 鮮	22	2	9
C45 芳 長 賀 崎 在 在	22	0	0	N38 西 洋 種	22	1	5
C49 早 生 菜	22	0	0	N44 六 ツ 美 中 生	281	27	10
C53 早 生 菜	22	0	0	N45 北 海 道 種	287	8	3
C56 ヤ モ ガ ラ シ	1056	0	0	合 計 { C	3520	0	0
C62 北 中 在 菜	220	0	0	(Total) { N	6349	266	4
C63 北 中 在 菜	22	0	0				
C67 早 生 菜	22	0	0				
C82 四 沼 在 菜	22	0	0				
C83 四 沼 在 菜	22	0	0				
C87 長 崎 黄 交 種	220	0	0				

品種に於ては19種の合計に於て總個體數 6,349 株中に 266 株即ち約 4% の「種間雜種個體を認めたり。殊に供試個體數の少なき品種中に於て却つて比較的多數の雜種個體を生ぜるもの少なからざりき。即ち茲にも亦 C 品種と N 品種との間に於て顯著なる差別あるを認め得べし。

前述の現象に就て考ふるに、先づ兩品種群の開花期間に關する差異が或はその原因の一たるべきか。即ち C 品種は一般に早生にして開花早く N 品種は概して中生乃至晩生にして開花遅し。而して後者の開花最盛期に至りては前者の開花は既に旺盛期を經過してその生殖器官は結實能力減退せるもの多し。之に反し N 品種に於ては授精能力の旺盛なる花が盛に開花せる期間にはなほ C 品種の花の一部は殘存して自然交配に於ける花粉の給源となり得るものとす。ただこの事實が果して如何なる程度まで關係せるかに就ては更に精密なる實驗を必要とすべし。

次に茲に考慮に入るべきは TOMPSON [9] によつて指摘せられたる次の事實なりとす。即ち染色體數の異なる二種の「種」の交配に際しては、染色體數

の少き方を母とする場合はその多き方を母とする場合よりも一般に授精歩合低き傾あり。而してC品種の染色體數は $n=10$ 、N品種は $n=19$ にして、第六表に示せる事實は一見して前記の關係に一致せるを認むべし。然れども茲に第七表の人為交配成績を参照するの要あるべし。

第七表 異「種」間交配に於ける結實歩合

Table VII. Fertility due to the artificial interspecific crossing between *napus* and *campestris*.

♀ × ♂	調査莢數 Siliqua	胚珠數 Ovules	結實歩合 Fertility %	♀ × ♂	調査莢數 Siliqua	胚珠數 Ovules	結實歩合 Fertility %
N 2 × C14.....	9.....	276.....	49	N45 × C14.....	14.....	456.....	34
" × C34.....	26.....	856.....	46	" × C34.....	17.....	516.....	41
" × C53.....	14.....	444.....	46	" × C78.....	12.....	386.....	28
" × C78.....	10.....	286.....	34	平均(Average)			51
N 4 × C14.....	22.....	718.....	66				
" × C34.....	23.....	752.....	80	C14 × N 2.....	25.....	734.....	43
N13 × C14.....	33.....	1136.....	25	C34 × N10.....	26.....	956.....	38
" × C53.....	14.....	490.....	48	C53 × N 2.....	25.....	706.....	68
" × C78.....	38.....	1322.....	38	C59 × N10.....	23.....	696.....	18
N18 × C34.....	24.....	732.....	70	C60 × N33.....	24.....	762.....	1
" × C60.....	22.....	660.....	75	平均(Average)			33
N33 × C14.....	22.....	675.....	67				
" × C78.....	17.....	526.....	61				

第七表に就て見るにN×Cの交配に於て品種の配偶如何に依り結實歩合は最低25%より最高80%に亘りて異りその平均は51%なり。またC×Nの場合には五組の交配の中三組に於ける結實歩合は大體N×Cの場合に於ける結實歩合の範圍に屬し、殊にその一組に於ては68%の結實歩合を示せり。然るに残りの二組に於ては著しく結實歩合を低下せるを見る。故に之等五組のC×Nの平均に於ては33%となれるも、個々の組合せに就て見れば必ずしも染色體數の少きものを母にする場合に於て授精不良なりとは言ひ難し。恐らくはTOMPSONの指摘せる如き關係は授精の頻度の著しく低き「種」間交配には概して適用し得べきも、この場合の如き容易に「種」間交雜を行ひ得る交配に於ては、その關係が明瞭に表現せられ難きものに非ざるか。而して前表に於ける如くC×Nの組合せに依りて結實歩合の異なること、また前掲の如き染色體數に配偶方法との關係が茲に如何程重要なべきか等の問題に就ては、今後の精密なる研究に俟たんす。

(3) 「種」間交雜種子の淘汰

C及びN品種間の交雜植物50株に就きて調査せる結果に依れば、その自

然授粉に依る結實歩合は平均17%にして、即ち普通の品種の自然結實歩合の四分の一以下なる事を認めたり。且つこの種の植物は「種間雑種の通有性」として翌代に數多の不稔性高き植物を生ずべし。従つて實用的栽培に於て此の如き交雑植物の發生するは素より忌むべきこととす。然れども之に就ては第八表に示せる如く、「種間交配によりて生ぜる種子が概して小形なることに注目するを要す。即ち交配品種の如何により交雑種子の大きさは必ずしも一定せざるが、この點を考慮して適當なる方法によりて或る範圍の小粒種子を除去し得ば、恐らく翌代に於ける「種間交雑植物の發現を制し得べし。この見地より昭和五年度栽培の品種N9晩生菜の種子に就き篩別を行ひ、種子の直徑により之を數階級に分ちて播種栽培したり。之に就て「種間雑種の發現を調査せるに第九表の如き成績を得たり。

第八表 異種間交配に於ける母親及び交配種子の粒大(80粒平均)

Table VIII. Diameter of cross-pollinated seeds (an average of 30 grains) between *napus* and *compestris* and that of seeds borne on the mother plant of crossing.

母又は組合せ Mother or matings	種子の直徑 Diameter of seeds, m.m.	比 率 Proportion %	母又は組合せ Mother or matings	種子の直徑 Diameter of seeds, m.m.	比 率 Proportion %
N 2(早生朝鮮).....	1.71.....	100.0	N18(とうたね).....	1.98.....	100.0
" × C14.....	1.45.....	84.6	" × C34.....	1.78.....	89.9
" × C34.....	1.52.....	88.6	" × C60.....	1.84.....	92.7
" × C58.....	1.55.....	90.3	平均(Average).....	1.81.....	91.3
" × C78.....	1.43.....	83.5			
平均(Average).....	1.49.....	86.7	N33(普通朝鮮).....	2.05.....	100.0
N 4(普通朝鮮).....	1.68.....	100.0	" × C14.....	2.02.....	98.7
" × C14.....	1.51.....	90.0	" × C78.....	1.85.....	90.1
" × C34.....	1.60.....	95.0	平均(Average).....	1.93.....	94.4
平均(Average).....	1.56.....	92.5			
N13(晩生菜).....	1.84.....	100.0	N45(ハンプス).....	1.86.....	100.0
" × C14.....	1.58.....	85.9	" × C14.....	1.75.....	93.9
" × C53.....	1.64.....	89.3	" × C34.....	1.76.....	94.7
" × C78.....	1.50.....	81.7	" × C78.....	1.67.....	89.9
平均(Average).....	1.57.....	85.6	平均(Average).....	1.73.....	92.8

第九表 粒大對自然種間交雑歩合

Table IX. The number of hybrid plants produced from different diameter of seeds of a single open-pollinated plants.

粒 大 Diameter of a seed m.m.	總個體數 No. of plants grown	雜種個體數 No. of hybrid plants	雜種出現歩合 Hybrid plants %
2.26 >	16.....	0.....	0.0
2.25 ~ 2.01.....	32.....	0.....	0.0
2.00 ~ 1.76.....	32.....	0.....	0.0
1.75 ~ 1.51.....	33.....	4.....	11.8
1.50 <	19.....	6.....	31.6

前表に依れば 1.75 耗以下の直徑を有せる種子よりは雜種個體を生ぜるも、夫より大形の種子よりは全く雜種個體を生ぜざりき。なほ前掲の方法は同時に栽培に不適當なる不良種子の淘汰を意味せるが故に、此の如き操作はまたその點に於ても實用的意義を有すべきものなるべし。

摘 要

(1) 菜種に於ける C 品種(*Brassica campestris* L. に屬せるものの略稱)及び N 品種(*B. napus* L. に屬するものの略稱)各數種に於ける結實性の調査に於て、前は自然授粉及び他家授粉により平均約 70%、網杵掛により約 43%、自家授粉により 29% の結實歩合を示せるに對し、後者は之等各授粉條件を通じ約 75% の結實歩合を示せり。

(2) 同「種」内自然交雜は C 品種に於て 76%、N 品種に於て 9% なりき。

(3) 異「種」間自然交雜は C 品種には全く發生せず、N 品種に於ては平均 4% なりき。これ開花期間の差異又は授精上の不和合性に原因すべし。

(4) 異「種」間交配に依る種子は小形にして篩に依りて淘汰し得べし。

(昭和七年二月二十日)

引用文献 Literature Cited

1. KAKIZAKI, Y., Self-sterility in Chinese cabbage. Jour Heredity, 13: 374-376. 1922.
2. —, A preliminary report of crossing experiments with cruciferous plants, with special reference to sexual compatibility and matroclinous hybrids. Jap. Jour. Gen. 3: 49-82. 1925.
3. —, Studies on the genetics and physiology of self-and cross-incompatibility in the common cabbage. (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) Jap. Jour Bot. Vol. 5: 134-208. 1930.
4. MORINAGA, T., Preliminary note on interspecific hybridization in *Brassica*. Proc. Imp. Acad. 4: 620-622 1929.
5. —, Interspecific hybridization in *Brassica* I. The cytology of F_1 hybrids of *Brassica napella* and various other species with 10 chromosomes. Cytologia, 1: 16-27. 1929.
6. NELSON, A., Fertility in the genus *Brassica*. Jour. Gen. 18: 109-135. 1927.
7. SASAOKA, T., Karyological observation in different interspecific hybrids of *Brassica*. Jap. Jour. Gen. 5: 151-158. 1930.
8. SINSKAIA, E. N., Geno-systematical. investigation of cultivated *Brassica*. (Russian with English summary) Bull. of Appl. Bot. and Plant Breeding. 17: 1-166. 1927.
9. Thompson, W. P., Causes of difference in success of reciprocal interspecific crosses. Amer. Nat. 64: 407-421. 1930.
10. U, N., Varietal distinctions of the rape varieties grown in Japan (Japanese with English résumé) Jour. Imp. Agric. Ext. Sta. 1: 403-422. 1931.

ON THE DIFFERENCE BETWEEN *S. JAPONICA* L. AND *S. INDICA* L. IN REGARD TO FERTILITY AND NATURAL CROSSING (Resumé)

By

Nagahara U and Tadamichi NAGAMATSU

I. FERTILITY UNDER DIFFERENT MODES OF POLLINATION

With some varieties of rape including *Sinensis japonica* L. and *S. indica* L., the fertility in seed bearing was examined under four different modes of pollination, viz. natural, net, self and cross pollination. The "net pollination" means the case in which pollination is performed under the cover of muslin net with honey bees. See Plate VII. and under the same cover two plants were enclosed in separate and only one is tested.

The grade of fertility is represented, firstly, by the "absolute fertility" (A. F.) i. e. the percentage of the siliques giving rise to seeds among the whole group of siliques concerned. The counts of seeds and siliques were made for natural pollination with ten plants, ten siliques being selected from the most representative part of each plant. In the other cases about 20-30 siliques taken from a single plant were used for each counts in each mode of pollination. Secondly, the "relative fertility" (R. F.) is calculated from the absolute fertility in the following way:

$$R. F. \text{ of self-poll.} = \frac{A. F. \text{ of self-poll.}}{A. F. \text{ of natural poll.}} \quad \text{and so on.}$$

The experimental data are given in Table I on p. 117 and Table II on p. 117, being summarized as follows: In *Sinensis indica* the grades of absolute fertility shown under different modes of pollination are very similar with each other, averaging among varieties about 75% in any case. To the contrary the fertility in *Sinensis-japonica* varieties varies considerably according to the modes of pollination; while the fertility resulting from either natural or cross pollination is, in the average of tested varieties, about 75%, the absolute fertility exhibited by net and self pollination is respectively about 45% and 20%. Hence the relative fertility of self pollination is about 60% in *Sinensis*, and almost 100% in *japonica*. In other words the latter is entirely self-sterile while the former is considerably self-fertile. The fact is of a practical importance as *Sinensis-japonica* varieties are the main object for our plant breeding of oilseed rape plants.

The relation analogous with that noted above was recognized also in the similar study made with the F_2 plants of intra-specific crosses as recorded in Table III on p. 118 and Tables IV and V on p. 119.

II. NATURAL CROSSING AMONG VARIETIES OF THE SAME SPECIES

A preliminary study was made on the frequency of natural crossing in certain varieties, which were grown mixed with many other varieties in a plot of one-rowed variety test (row and hill distances: 5 x 1.5 feet).

In a pure strain of a *campestris*-variety bearing red colored leaves, some seeds produced under open pollination were sown; among 46 plants grown from the seeds there occurred 35 plants with reddish green leaves, the remaining being true to type. Those reddish green leaved plants are undoubtedly the product of natural crossing as they are similar in the leaf color with the F_1 plants of artificial crosses between the named variety and ordinary varieties with green leaves. Consequently the frequency of natural crossing in this case is about 76 %.

In a similar manner, the frequency of natural crossing was observed in a special type of the *napus*-variety, which matures much earlier than other *napus*-varieties and is dwarf in habit bearing the main stem shorter than side branches. Among 1364 plants resulting from the open pollination in this variety, there occurred 121 tall and late blooming plants which are evidently due to the natural crossing by ordinary *napus* varieties. Hence the percentage of natural crossing is here about 9 %.

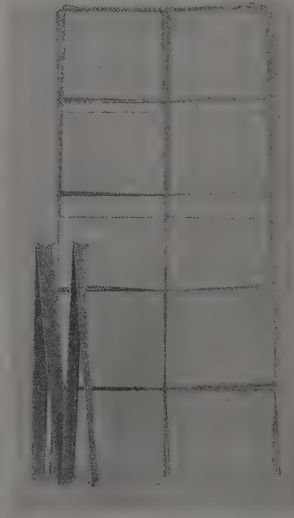
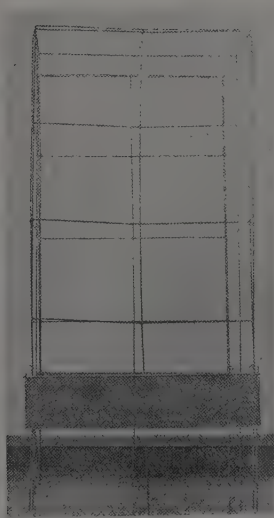
III. NATURAL CROSSING BETWEEN *CAMPESTRIS* AND *NAPUS*

The hybrid plants between *B. campestris* and *B. napus* are distinguished from either species distinctly by their high sterility in seed bearing; at the rosette stage also they can be detected by their vigorous growth and especially from *Napus*-varieties by their lighter green leaves; further, not only their blooming is generally delayed, but also they exhibit abnormalities of flower organs.

It is striking, as shown in Table VI on p. 123, that interspecific natural hybrids were found in *campestris*-varieties in none of 3520 individuals while in *napus*-varieties about in 4 % of the test plants. This may be due in some degree to the fact that the former bloom generally earlier than the latter; when *napus*-varieties come to bloom *campestris*-varieties will be nearing to the end of their blooming season and bear largely flowers tending to remain fruitless, while *napus*-varities may be supplied by *campestris*-varieties with a plenty of functional pollen at the earlier part of their blooming.

The hypothesis propounded by Thompson[9] in regard to the causes of difference in success of reciprocal inter-specific crosses may also be referred to hear. In haploid number *campestris* has 10 chromosomes and *napus* 19, and the present writers have obtained the results of the interspecific crossing with these species as shown in Table VII on p. 124. According to the data, however, it seems to remain still uncertain whether the present case might be interpreted by the fact pointed out by Thompson, that is, when the species with the larger number of chromosomes in female the cross is more successful than it is male; because three out of five $C \times N$ crosses gave the fertility percentages which are covered under the range of the fertility in $N \times C$ crosses.

Since the hybrid seeds resulting from the interspecific crossing are distinctly smaller than the seeds of the mother plants, they can be eliminated by the aid of a sieve with round holes of proper size. The data in this respect are given in Tables VIII and IX on p. 125.



小麥粒の性質と製粉歩合との關係に就て

技師 山崎 守正

技手 波多野 進

小麥粒の製粉歩合が穀粒の他の諸性質と如何なる關係を有すべきかを明にするはその品質鑑定上極めて緊要にして、従つて之に關する研究は夙に屢々歐米各國に於て行はれその成績の公にせられしもの亦少からず。例へば BAILEY [1] は同一品種内に於ては粒の大なるもの、比重の高きもの又は粒質の硝子質なるもの等は概して製粉歩合高しとなし、NEUMAN [5] は他の形質同一なる場合には千粒重量又は容積重の大なるものは何れも粉の生産 (mehlergiebigkeit) 豊富なりと謂ひ、SCHOLLENBERGER [6] は同一品種内に於ては硝子質の粒は粉狀質の粒に比して製粉歩合高きことを記せり。然れども既往の諸研究に於ては概して供試材料の範圍狭きのみならず、諸形質間の關係も之を數量的に表示せるもの少なきの憾あり。仍て予等は形質を異にせる種類の品種を選び之に就て製粉歩合、胚乳歩合、千粒重量、千粒容量等を精査し、以て製粉歩合と他の各特性との間の相關關係に關する研究を試みたり。尙ほ本報に掲げたる實驗は鴻巣試驗地に於て主として 1929 年以來行ひたるものとす。

茲に本研究に對して懇篤なる御助言を賜りたる寺尾博士に對して深謝の意を表明す。

實驗材料及び方法

實驗材料としては 1928 年本邦各地農事試驗場産の各代表品種、及び同年産濠洲小麥(某製粉會社輸入品)數種を用ひたり。従つて本實驗の供試品種としては粒の品質について顯著なる差異を示せるものを包括せり。又前記の 1928 年に於ける本邦の氣象は平年と大差なかりしが故に、供試品種の粒は夫々其の特性を發揮せるものと認めて大過なかるべし。

各調査項目に對する調査の方法は大約次の如し。

(1) 製粉歩合 一定量の原料小麥より得らるる精粉(Straight flour)の割合を以て「製粉歩合」とす。但し本實驗に於ける精粉は粉の精粗並に粉中に混在せる麩の細片の量即ち所謂「星」の程度に關し工場製品の二等粉に略相當せり。尚ほ精粉は之を植物學上より論ずれば、糊粉層(Aleuron layer)を除ける胚乳(Endosperm)の部分の細粉となれるものにして、微量の麩層(果皮、種皮)の細片を混ぜり。製粉歩合の測定に對しては第1圖に示せるが如き製粉檢定機(Test mill)を用ひたり。同機は所謂ローラー式(Roller system)にして民間會社の製粉研究室等にて使用せるものに準じて作製せられたり。其の使用法並に製粉材料の豫措等は SCHOLLENBERGER [7] 及び日清製粉會社田中技師の操作に準ぜり。

製粉檢定機の使用法(本報末尾「小麥製粉歩合檢定方法」參照)は、I. 水分添加(Tempering), II. 挽碎(Gringing), III. 篩別(Sifting)の三次の操作に大別せらる。水分添加とは供用せんごする粒に豫め一定量の水を添加する操作にして、其の目的は主として粒の麩層を柔軟ならしめ以て挽碎の際に其の細斷せられて精粉に混入するを防止せんごするにあり。次に挽碎は更に之を (甲) 麩層と胚乳部とを分離する工程と (乙) 麩層より分離せる胚乳部を更に細粉とする工程とに分つこきを得。前者は主として溝(Groove)を有する一對のブレーキロール(Break roller)に依り、後者は無溝なる一對のスムーズロール(Smooth roller)に依て之を行ふ。篩別は前記二双のロールに依り挽碎せられたるものより麩片と精粉とを篩別する操作にして、篩に殘留せるものは更に其の大小に従ひ、ブレーキロール又はスムーズロールに依り之を反覆挽碎して再び篩別を行ふ。斯くして得たる製粉の總和が供用小麥粒の重量に對する割合を以て製粉歩合とせり。

前記の如き小規模なる實驗室的製粉機に依りて測定せる製粉歩合は大規模の工場的製粉機に依り得たるものと絶對値に於ては必ずしも同一ならざらんも、兩者が密接なる相關關係を保つべきは敢て疑ふ所なかるべし。

(2) 胚乳歩合 全粒に對する胚乳部の割合を以て「胚乳歩合」とす。胚乳部は糊粉層及び其の上層の組織を除きたる部合にして、前項に述べたる所に依り知らるる如く精粉となるべき部分なり。而して從來小麥に就て胚乳

歩合を検したる前例[3]に依れば、先づ粒を水に浸して之を柔軟ならしめて後麩部を鋭利なる刀を以て剝離除去し以て胚乳の部分求めたるが如くなるも、此の操作は煩累多く殊に多數の材料に就き之を行ふは容易ならず。依て本實驗に於ては之と全然異なる方法を考案し、即ち胚乳部を醱酵せしめ之を麩層と分離する操作に依りて「胚乳歩合」の測定を行ひたり。其の方法に就きて具體的に述べんに、先づ一品種に就き粒 10^{gr} を採り、之れに十分の水を加へ 40°C の定溫器中に放置して少しく醱酵を起さしめ、以て胚乳部を柔軟ならしむ。其の放置時間は粒質に依りて多少異り、粉狀質粒は 48 時間、半硝子質粒は 50 時間、硝子質粒は 52 時間を標準とす。然る後粒を乳鉢にて軽く磨碎し胚乳部を泥狀となし、次に一定の篩(一時平方に 10000 の目を有す)を通じて前記胚乳部の澱粉を徐々に流去し、篩上に残留せる部分(果皮、種皮、糊粉層及び胚)に就きその全乾物重を測定す。その測定の結果と、別に測定せる乾物全粒重(水分含有量を豫め他の材料に依りて求め、之に基きて供試粒の乾物量を算定す)とによりて胚乳歩合を算出す。而して前記の篩上に残留せる麩層が粒の醱酵に際して變質せるや否やを検せるに、麩層を構成せる果皮、種皮及び糊粉層の組織は處理せざる粒に於けるご何等差異を示さざりき。従つて前述の如き方法に依りて測定せる胚乳歩合は胚乳部の全粒に對する歩合を略正確に示せるものと推定するここを得べし。

(3) 千粒重量、千粒容量並に比重 充實不良の子實を除きたる材料に就きて 1000 粒を採り、先づその重量を量りて「千粒重量」を得、次に其の同じ子實を一定容量の 30% アルコール溶液中に投入して其の結果排除せられたる溶液量より「千粒容量」を算出し、更に之等兩種の數値より計算して粒の「比重」を求めたり。

(4) 剛度 一品種に就き 50 粒を粒別に北尾式剛度計を以て壓し、その破碎せらるる場合の壓力(k_g)の平均を求めて之を當該粒の「剛度」とす。斯くして測定せる「剛度」は別途の實驗の結果に依れば、小麥の同一材料に於て水分含有量が 12—14% の範圍内に有りては、水分含有量の多少によりて殆ど變化せざりき。而して本實驗に供用せる各種の粒に於ける水分含有量は 12.2—14% の範圍なるが故に、「剛度」の差異は、粒の水分含有量の不同に歸すべきものに非ずして、寧ろ子實の充實良否を示せるものと推定せらるべし。

(5) 粒 質 「粒質」は胚乳部の組織 (Texture) が硝子質なるか又は粉狀質なるかを示すものにして、之を各品種に就き數量的に比較せんが爲めに、「硝子率」を算定したり。其の算定の方法としては 100 粒を穀粒横斷器を用ひて切斷し、各斷面の外觀に依り粒を硝子質、粉狀質及び中間質(半硝子質)の三種に大別し、各々に該當する粒の數に硝子質、半硝子質、粉狀質なるに應じて夫々 1.0, 0.5, 0.0, なる數を乘じ、積の總和を供試粒數にて除して百分率(%)を以て示す。而して其の硝子率が 60% 以上なるは硝子質、30%—60% なるは半硝子質、30% 以下は粉狀質なるを通則す。

實 驗 結 果

各特性を測定したる結果は、第一表に掲ぐるが如し。同表に依るに粒の各特性は供用品種に依り著しき變異を示せり。就中製粉歩合は最高 76.6% (樺太一號)より最低 62.7% (奈良三尺一鴻巢産)の範圍にあり。濠洲産輸入小麥は何れも歩合高きを示し、本邦産小麥中に於ては外國種又は之に類似の系統はその歩合に於て前記濠洲産のものに近似せるも(近時本邦種と外國種との交配に依りて育成せられたる新品種例へば農林一號、二號等は歩合 72—73% にして敢へて外國種に劣らず)、本邦在來種は歩合低くして何れも 70% 以下に過ぎず。尙ほ製粉歩合は品種同一なる場合にも、その栽培地域を異にするに従ひ多少變化するを認め得べし。次に胚乳歩合は最高 85.9% (マーチン八號)より最低 81.2% (三州小竹一鴻巢産)に及び、その範圍は既に HUNT[4] GIRARD[3], FLEURENT[2]等の示せる所に略近似せり。而して製粉歩合は胚乳歩合に比して一般に低下せるを認む。是れ BAILEY[1]も謂へるが如く製粉の場合には常に胚乳の一部が皴屑及び胚に固着せる儘除去せらるる爲めに他ならず。

第一表に掲けたる測定成績に基きて製粉歩合と他の各特性との間の相關關係を検せるに第二表に示すが如き結果を得たり。

第二表に就て見るに製粉歩合と關係最も密なるは胚乳歩合にして千粒重量、千粒容量、剛度之に亞ぎ粒質(硝子率)及び比重は共に製粉歩合と些少の關係を有するに過ぎず。尙ほ之等の結果は嘗て稍少數の品種に就きて試みたる豫備的實驗に於けるものとも略一致せり。

第一表 小麥品種に於ける粒の諸性質の變異
Table I. Variations of various characters of kernels in wheat varieties

品 種 Varieties	産 地 Origin	製粉歩合	胚乳歩合	千粒重量	千粒容量	比 重	剛 度	粒 質
		Flour yield %	Endosperm percentage %	Weight per 1000 kernels gm.	Volume per 1000 kernels c.c.	Specific gravity	Compact- ness of kernels kg.	Endosperm texture %
1)*ドーソン一號	北海道	73.5	86.2	30.2	22.3	1.353	11.00	41.5
2)*赤 皮	"	73.6	84.4	37.4	27.2	1.373	10.04	52.5
3)*マーテン八號	"	73.9	85.9	35.4	25.3	1.374	10.62	46.0
4)*白 肌	"	73.9	85.0	39.8	29.1	1.368	11.48	44.0
5)*札幌春小麥十號	"	70.8	84.1	33.8	25.4	1.332	8.86	54.0
6)*赤 皮	新潟	70.6	83.8	45.1	34.4	1.312	10.58	29.5
7)岩手相州	岩手	69.0	84.8	29.6	21.6	1.368	8.28	23.5
8)細 稈	"	64.8	82.0	28.6	20.6	1.391	9.29	83.5
9)赤ボロ一號	栃木	70.1	83.5	28.9	22.3	1.305	7.34	12.5
10)白 莢	茨城	67.7	81.6	26.3	19.5	1.347	8.60	38.0
11)伊賀筑後オレゴン	長野	71.3	84.0	41.9	31.7	1.320	10.99	60.0
12)新田早生	群馬	70.8	84.4	31.1	23.3	1.337	8.97	36.5
13)赤達摩琦一號	埼玉	67.9	81.1	29.4	23.9	1.233	7.96	12.5
14)*赤 皮	赤 鴻	71.3	85.0	42.1	31.9	1.318	8.42	8.5
15)細 稈	"	68.9	84.2	31.7	24.2	1.314	8.95	0.5
16)尾島早生一號	"	67.2	83.9	31.7	24.3	1.302	9.95	26.5
17)赤 達	摩 鴻	66.6	81.3	31.5	23.7	1.329	10.20	3.0
18)早 生	入 梅	69.6	82.7	21.3	16.7	1.275	7.17	5.2
19)伊賀筑後	尺 竹	65.5	81.5	23.2	21.6	1.305	7.56	10.0
20)奈良小三	"	62.7	81.5	24.9	20.5	1.216	8.90	5.5
21)三 州	小 竹	66.3	81.2	26.5	20.8	1.274	8.26	11.5
22)尾 島	早 生	70.5	83.6	32.0	25.4	1.263	7.26	8.0
23)白 坊	生 神	70.1	85.7	38.6	29.2	1.324	8.36	17.0
24)細 小	稈 千	67.4	83.0	24.2	18.4	1.312	7.20	46.5
25)赤 小	麥 山	68.3	83.6	32.8	24.5	1.337	8.64	20.0
26)赤 小	愛 梨	69.7	85.0	23.7	17.3	1.373	8.43	27.0
27)竹林三六號	岐 卓	68.6	82.2	25.9	19.8	1.305	8.44	26.0
28)奈良三三	尺 奈	64.8	80.7	27.4	21.9	1.247	8.81	16.0
29)畠田小一	麥 岡	68.3	83.8	29.8	21.9	1.360	9.23	20.0
30)江 島	一 山	72.9	83.6	38.5	31.2	1.231	8.44	0.0
31)伊賀筑後一號	島 根	69.7	82.2	31.2	23.4	1.333	8.87	15.5
32)早 生	小 麥	67.6	82.7	29.6	22.5	1.317	7.64	11.0
33)寶 賀	滿 高	69.0	84.2	34.1	26.3	1.300	9.30	1.0
34)伊賀筑後	後 力	68.9	83.7	29.3	21.4	1.371	9.26	30.5
35)江 島	神 福	71.1	85.4	35.7	26.4	1.350	10.22	14.5
36)*赤 皮	赤 佐	70.7	84.3	42.6	31.2	1.366	10.23	16.5
37)白 小	麥 竹	70.1	83.4	28.7	20.8	1.376	9.48	24.0
38)三 州	小 竹	66.4	81.8	24.8	18.9	1.313	9.40	18.5
39)*樺太太一號	樺 太	76.6	85.8	40.4	30.2	1.338	12.76	95.0
40)*樺太二三號	"	76.3	84.6	43.6	32.0	1.363	12.44	87.5
41)*樺太三三號	"	66.6	82.6	32.7	24.1	1.356	11.85	88.0
42)*濠洲種A	濠 洲	75.6	85.0	36.4	27.5	1.324	9.64	33.0
43)*濠洲種B	"	75.3	84.8	37.8	28.5	1.323	10.46	35.5
44)*濠洲種C	"	73.9	84.2	37.4	28.3	1.325	10.48	32.5
45)*濠洲種D	"	73.4	82.5	36.8	23.4	1.311	10.10	37.0

備考: notes: *外國原産の品種 Varieties of foreign origin

粒 質	Endosperm texture.						計 (Total)	比 重	Specific gravity.					計 (Total)
	0	20	40	60	80	100			1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	
64	1						1	64	1					1
66	2				1		3	66	1		1	1		3
68	5	2	1		1		9	68	1	1	6	1		9
70	4	6					10	70		1	5	4		10
72	6	3	1	1			11	72		1	7	3		11
74	1	2	4				7	74	1		2	4		7
76		2					2	76			2			2
78					2		2	78			1	1		2
計(Total)	19	15	6	1	4		45	計(Total)		4	3	24	14	45

$r = +0.365 \pm 0.087$

$r = +0.311 \pm 0.091$

實驗結果の考察

前記製粉歩合と各特性との間の相關々係に就き少しく考察を試み、以て小麦品質鑑定上の參考に資せんす。

胚乳歩合は先に述べしが如く粉となるべき胚乳部の全粒の重量に對する歩合なるが故に、製粉歩合は理論上殆んど完全なる關係を保たざるべからず。然るに實驗結果を見るに兩特性間の相關係数は $+0.735$ にして理論に必ずしもよく合致せりと謂ふを得ざるべし。是れ恐らく製粉に際し胚乳部と麩層との剝離程度換言すれば麩層に固着する粉の量が品種に依り相當に異なるに基くべきものにして、之に就きては別稿「小麦粒に於ける澱粉細胞の構造と製粉歩合との關係に就て」に於て詳述すべし。

次に千粒重量、千粒容量は共に粒大を指示するものにして、之等の特性が製粉歩合と關係を示せる點につきては、BAILEY [1], NEUMANN [5] 等が既に指摘せる所と一致せり。然れども前記兩特性と製粉歩合との相關々係を吟味するに、同係数は $0.62-0.69$ にして必ずしも高しと謂ふを得ず。これ恐らく粒大相等しき品種の間に於ても麩層の厚さ並に上に指摘せるが如き麩層に固着する粉量に就き差異の存するに基くべし。

剛度が製粉歩合と關係を有する原因としては二要素を指摘するこゝを得べし。其の中の第一は剛度が粒の充實と關聯せる事實にして、即ち剛度高きに従ひ充實良好にして、從ひて麩層に對する胚乳部の割合大なる傾向を示すに至るものとす。第二は次の如き力學的要素にして、即ち剛度高き粒に於てはブレーキロールに依りて麩層と胚乳部とを分離するに際し、胚乳部剛き爲めにその碎くるこゝ比較的少なく、從つて兩者の分離容易にして延いて麩層に固着する胚乳部の部分減少す。

粒質(硝子率)が僅と雖も製粉歩合と關係を有するは硝子率が剛度と關聯せるに依り(兩者の間の相關係数 $= +0.670 \pm 0.039$)、剛度に於けると同じく主として力學的原因に基くものなるべし。

最後に比重が製粉歩合と幾分の關係を有するは、比重高きものは前記の硝子率も概して高く、充實も亦稍良好なる傾向を有するに依るべし。

之を要するに各品種の示す製粉歩合は、粒の具ふる數多の要素に依りて

左右せらるべきを以て、單一の特性にして之を極めて密接なる關係を保てるものは見出し難かるべし。然れども本研究に指摘したるが如き粒に於ける各種の特性就中胚乳歩合、粒大を示す千粒重量、千粒容量及び剛度等を綜合考察することによりて品種間に於ける製粉歩合の多少を或る程度まで比較することを得べし。

摘 要

(1) 小麥粒の製粉歩合は品種に依りて著しく異り、一般に外國種は高く、本邦在來種は概して低し。又同一品種に於ても生産地の異なるに従ひて多少製粉歩合の變化するを認む。

(2) 製粉歩合に對する他の諸性質の相關關係は、胚乳歩合最も密接にして、千粒重量、千粒容量、剛度之に亞ぐ。粒質及び比重と製粉歩合との關係は充分顯著ならず。

(3) 製粉歩合及び之を最も密接なる關係にある胚乳歩合の間の相關々係が必ずしも完全ならざるは、麩層に固着する粉の量が品種に依りて異なるに依るものなるべし。

(昭和七年五月三十一日)

【附 録】 小麥製粉歩合檢定方法

所定のテストミル(第一圖參照)を用ひ次に示す工程によりて製粉歩合を測定す。

1) 精選(Cleaning) 粒約 600 瓦を採り之を水にて可及的速に洗滌し同時に水に浮びたる屑粒及び夾雜物を除去す。次に洗滌後粒を天日により乾燥す。

2) 含水歩合測定 前記の方法に依り精選したる粒の中 100 瓦を採り、ブラウンデュベル水分檢定器に依りて測定す。

3) 水分添加(Tempering) 粒に若干の水分を加へ以て麩層を強韌とし之と胚乳部分との分離を容易ならしめ、延いては麩層細片の粉中に混入するを防止す。その方法としては先づ精選せる粒 400 瓦に一定量の水を添加し(添加水分量は粒質及び粒の水分含有歩合によりて異なるものにして、次の方法に依りて之を定め)て密閉振蕩し(この場合錘を用ふるを便とす)水を粒に一樣に附着せしめ、その儘約 20 時間放置す。

添加水分量の決定法：所定の水分含有歩合に達せしめんがために、粒に添加すべき水分量は次の公式によりて之を算定す。

$$\text{添加水分量 c.c.} = \text{供試粒重 (gr)} \times \left\{ \frac{100 - \text{粒の水分含量 (\%)}}{100 - \text{所定水分含量 (\%)}} - 1 \right\}$$

但し所定の水分含有歩合は粒質によりて異り、粉狀質は 14%、硝子質は 15% を適當とす。

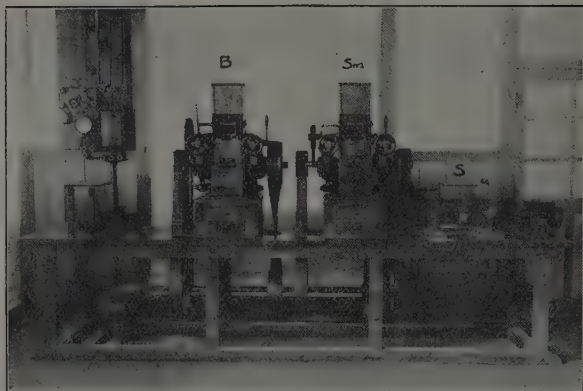
上記の水分添加操作を終りたるものは、直に次の如く之を挽碎篩別す。

4) 挽碎及び篩別 (Grinding and Sifting) 挽碎及び篩別は最も細心の注意と熟練とを要する操作にして、大略次の順序法によりて之を行ふものとす (第二圖、製粉操作の圖解参照)。

供試粒をプレーキロールにて一回挽碎し (之を第一回プレーキングとし、IB を以て示す。以下之に準ず) 粉と麩とに大別す。次に挽碎せられたるものを篩別す (第一篩別 IS)。所要の篩は 20 GG, 34 GG, 60 GG, 8 XX の四種にして篩別時間は四分間とす (篩別所要時間は凡て四分間とし篩所屬の調節器によつてその時間を一定となすことを得)。斯くして全篩を通過せるものを精粉 (Straight flour) とす。

次に前記の篩別に於て 20 GG, 34 GG を通過し能はざる部分は、再びプレーキロールにて反覆三回挽碎す (IIB)。又 34 GG を通過するも 60 GG 及び 8 XX に残留せるものは共にスームスロールにて反覆三回挽碎す (之を第一スームシングとし ISm を以て示す。以下之に準ず)。斯く粉碎せられしものと先の IIB に於て挽碎せられしものを合して第二篩別 (IIS) を行ふ。但し篩別方法は第一篩別の場合に準ず。此の第二篩別に於て 20 GG 及び 34 GG に残りしものは共に之を大麩 (Bran) と稱す。又 60 GG, 8 XX に残りたるもの (8 XX を通過せるものは精粉とす) を更にスームスロールにて反覆三回粉碎し (IISm) 第三篩別 (IIIS) を行ふ。この場合は 34 GG, 60 GG, 9 XX 三種を用ひ全篩を通過せるものは精粉にして、34 GG に残りたるものは中麩 (Shorts) とす。又 60 GG, 9 XX に残留せるものは之を合してスームスロールにて反覆三回粉碎し (IIISm)。然る後第四篩別 (IV S) を行ふ。この場合の所要の篩は第三篩別に於けると相等し。第四篩別に於て全篩を通過せるものは精粉にして、又各篩に残留せるものは之を全部スームスロールにて反覆三回粉碎し第五篩別 (VS) を行ふ。この際の篩は 34 GG, 60 GG, 10 XX の三種を用ひ全篩を通過せるものは精粉にして、又各篩に残留せるものは小麩 (Sharps) と總稱す。最後に各回の篩別に於て得たる精粉は之を合し秤量す。斯くして秤量したる精粉の供試粒重 400 瓦に對する歩合 (%) を算出し製粉歩合を求む。

【備考】各篩 20 GG, 34 GG, 60 GG, 8 XX, 9 XX, 10 XX は 1 吋平方に夫々約 400, 1500, 3600, 6400, 8100, 10000 個の目を有するものとす。

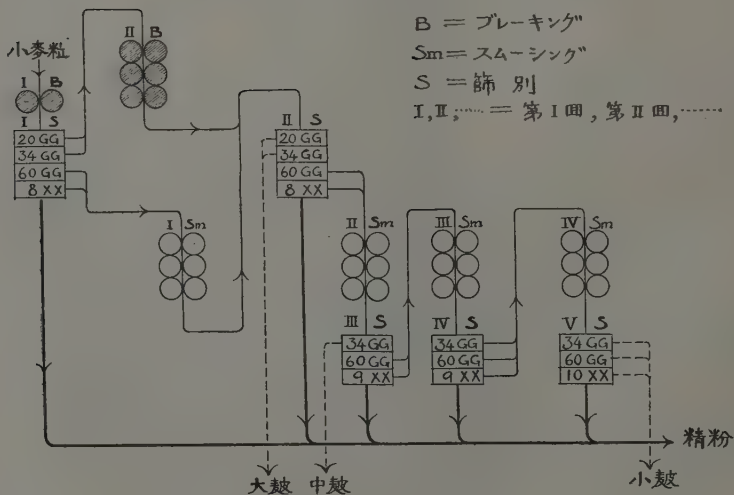


第一圖 實驗に使用せる製粉機

Fig. 1. Test Mill used in the experiment.

B. Break roller; Sm. Smooth roller; S. Sifter.

製粉操作ノ圖解



第二圖 製粉操作の圖解

Fig. 2. Scheme of the Milling Process.

ON THE RELATION BETWEEN FLOUR YIELD
AND SOME OTHER CHARACTERS IN
WHEAT KERNELS (*Résumé*)

By

Morimasa YAMASAKI and Susumu HATANO

Some experiments were made by the authors in view of ascertaining the relation between flour yield and certain characters in wheat kernels. The samples of kernels were taken from a number of varieties, some being produced in Japan and others imported from Australia.

Before presenting the experimental results, a brief explanation is given of the methods of measuring some of quantitative characters of kernels:—

Flour yield. The percentage of flour yield was determined with the test mill shown in Fig. 1 on P.—, the milling process nearly similar to those adopted by Schollenberger(7).

Endosperm percentage. This character was measured by a method devised by the writers. The sample of 10 gram kernels is moistened with some amount of water and placed in an incubator at 40° C for certain hours (mealy kernels: 48 hours, semi-glassy kernels: 50 hours, and glassy kernels: 52 hours) in order to render the starchy endosperm to ferment. Then the sample is ground in a mortar and washed on a sieve with running water so that the bran consisting of the pericarp, the aleuron layer and germs is separated from the endosperm. The bran remaining on the sieve is dried and weighed, and from the dry weight of the bran thus obtained and the dry weight of the entire kernels, the weight as well as the percentage of the starchy endosperm which was washed out is calculated.

Weight and volume per 1000 kernels and specific gravity. The weight of kernels is obtained as usual; their volume is determined by displacement in 30 % alcohol solution. On the basis of the weight and volume thus obtained, the specific gravity is measured.

Compactness of kernels. This character is expressed by the weight at which the kernels pressed are just rendered to crush. The compactness thus obtained, other things being equal, may serve as a measure for the plumpness of kernels which plays an important rôle in flour yield.

Endosperm texture. The texture of endosperm was compared among varieties on the basis of the "index of glassiness" which is determined as explained below. 100 kernels cut transversely are classified, according to the appearance of the cross section, into three types, namely glassy, intermediate and mealy; and the percentages of the kernels of these three types are multiplied respectively by 1, 0.5 and 0; by summarizing the products, the index of glassiness is obtained. According to this expression, the kernels with an index below 30% is classified as mealy, those with an index above 60 % as glassy, and the intermediate

classes as semi-glassy or semi-mealy.

The experimental data are recorded in Table I, from which Table II showing the correlations between flour yield and other qualities is derived. In Table I it is noticed that flour yield as well as other qualities varies widely among varieties. Again, in Table II it also is observed that flour yield is correlated somewhat closely with endosperm percentage, weight and volume per 1000 kernels, and compactness, while the correlation between flour percentage and glassiness as well as specific gravity is much lower. It is, however, pointed out that the relation of the endosperm percentage to flour yield is not so close as may be expected. (As to the cause of this fact, an interpretation is given in the other paper of the same authors compiled in the present number of the journal.)

引用文獻 Literature cited

1. BAILEY, C. H., The relation of certain physical characteristics of the wheat kernel to milling quality. *Jour. Agric. Sci.*, 7: 432-442. 1915.
2. FLEURENT, E., *Bullet. du Ministre l' Agricult.* 1899. (Cited by Maurizo, A., *Die nahrungsmittel aus Getreide*, Bd. I. S. 156. 1917)
3. GIRARD, A., Cited by Jacobs, B. R., and Rask, O. S., Laboratory control of wheat flour milling. *Jour. Indust. and Engin. Chem.*, 12: 893-903. 1920.
4. HUNT, Cereals in America, p. 21. 1908. (cited by BAILEY, C. H. (1)).
5. NEUMANN, M. P., *Brotgetreide und Brot*, S. 118-122. 1923.
6. SCHOLLENBERGER, J. H. and COLEMAN, D. A., Relation of kernel texture to the physiological characteristics, milling and baking qualities and chemical composition of wheat. *U. S. Dept. Agric. Bul.*, 1420. 1926. (*Ref. Exp. Stat. Record* 55: 641-642. 1926)
7. SCHOLLENBERGER, J. H., MARSHALL, W. K. and COLEMAN, D. A., Experimental milling and baking. *U. S. Dept. Agric. Bul.*, 1187. 1924.

小麥粒に於ける澱粉細胞の構造と 製粉歩合との關係に就て

技師 山 崎 守 正

技手 波 多 野 進

製粉歩合と胚乳歩合との相關關係が必しも完全に近からざるこそ、而して其の主要原因は恐らく製粉に際して麩片に固着する澱粉の量が供用材料に依り異なるに在るべきことは、既に前報^[1]に於て記述したり。此の問題に關して予等は特に研究を試み、その結果後に詳述するが如き「硬質澱粉細胞」なるものが、製粉歩合の多少を左右する一の要因なることを發見したり。此の特殊の細胞は今日まで一般に注目せられざりしものなるが、その發見に依りて小麥製粉歩合の變異を從來より一層闡明し得たりと信ず。

尙ほ本報の實驗に供用せる小麥子實は特別の記載なき限り前報^[1]の實驗の供試材料と同一なり。

麩層固着澱粉の多少と麩片の構造

小麥の製粉操作に於て胚乳部と麩層との剝離が完全ならざるが爲、澱粉の一部分が麩層に固着して損失せらるるを常とす。斯く麩層に固着せる澱粉の量が品種に依り如何に異なるべきかを檢せんが爲に實驗を試みたり。其の實驗方法としては、麩層固着澱粉の量を異にせりご想像せらるる數品種を選定し、その各品種に就き數 15gr 宛を採り、之を前報^[1]に掲げたる胚乳歩合測定方法に準じて處理せり。即ち麩に水を加へて 40°C の定溫器中に 50 時間放置せる後之を乳鉢にて磨碎し、次に篩の上にて流水を以て澱粉を流去し、篩上に残れる麩を採取してその乾燥重量を測定し、その結果及び尙別に調査せる供試材料の乾燥重量(豫め他の材料によりて麩の水分含有量を求め之に基き乾燥重量を算定す)により麩層固着澱粉の量及び麩の全重量に對する歩合(%)を算定せり。更にこの歩合と麩歩合即ち 100%—製粉歩合

こに依りて前記の麩屑固着澱粉の全粒重量に對する歩合を求め之を「麩屑固着澱粉歩合」こなせり。其の實驗結果を示せば第一表の如し。

第一表 麩屑固着澱粉歩合並に製粉歩合の變異

Table I. Variations in percentages of the flour adhering to bran scales and in flour yield.

品種番號 No. of Varieties	品 種 名 Varieties	産 地 Origin	麩屑固着澱粉歩合 Percent. of the flour adhering to bran scales %	製 粉 歩 合 Flour yield %
1	ドーソン一號	北海道	13.5	73.5
2	赤 皮 赤	"	12.9	73.6
3	マーチン八號	"	12.9	73.9
4	白 肌	"	13.4	73.9
11	伊賀筑後オレゴン	長野 野 巢	14.1	71.3
15	細 稈	長 鴻	16.8	68.9
16	尾 島 早 生	"	17.5	67.2
17	赤 達 摩	"	18.4	66.6
18	早 生 入 梅	"	19.0	65.5
19	伊 賀 筑 後	"	19.0	65.5
31	伊賀筑後一號	山 口	15.1	69.7
35	江 島 神 力	福 岡	14.5	71.1
38	三 州 小 竹	鹿 兒 島	18.6	66.4
39	樺 太 一 號	樺 太	11.4	76.6
40	樺 太 二 號	"	11.5	76.3
42	濠 洲 種 A	濠 洲	12.9	75.6
43	濠 洲 種 B	"	12.6	75.3
44	濠 洲 種 C	"	13.3	73.9

第一表に就て見るに麩屑固着澱粉歩合の供試品種間に於ける變異は比較的大にして、その多きものに於ては 18—19% に達せるにその少なきものに於ては 11—12% に過ぎず。而して麩屑固着澱粉歩合と製粉歩合との關係を検するにその相關係數は -0.987 ± 0.006 にして兩者は互に極めて密接なる關係に存するを示せり。之に依つて見れば麩屑固着澱粉歩合の多少は製粉上特殊の意義を示すものと考ふることを得べし。

次に麩屑固着澱粉の量が品種に依り差異を示せる原因を明にせんが爲に各品種につき麩片の構造を鏡檢したり。その結果に依れば既に BESSEY [1] も指摘せるが如く糊粉層に接續して若干の澱粉細胞の固着せるを認めたり。而して前記固着澱粉の多き麩片に於ては一層又は二層の稍大型の澱粉細胞の連續せるに反し、其の少なきものに於ては特に小型の澱粉細胞が斷續的に點在せるに過ぎず。其の典型的のものを示せば第八圖版 1.2 及び第九圖

版の如し。但し第八圖版 1.2 は粒の截片を Iodeosin(1%) と Haematoxylin(1%) に依り染色したる後撮影せるものにして、第九圖版は截片を前記の如く染色の後カメラルシダを用ゐて描寫したるものなり(截片を染色せるは果皮糊粉層、澱粉細胞の區別を一見容易ならしめんが爲に他ならず)。

數層固着澱粉と硬質澱粉細胞

前記の實驗に依り製粉操作によりて生ぜる數片の解剖的構造は略之を明にし得たり。依て更に粒の解剖的構造を鏡檢して先に觀察せる數片の構造との比較をなしたり。其の方法に就て述べんに當該品種の特性を十分に具へたる代表的の粒數個を選び、その截斷を容易ならしめんが爲に之をグリセリンとアルコールとの混合液(1:9)に浸漬し、斯くして數日後に至り粒を横斷して截片を作り、先に數層固着澱粉を檢したる場合と同様に Iodeosin(1%)を以て之を染色し、又は同液にて處理後更に Haematoxylin(0.5%)にて染色せる後鏡檢せり。

上記の鏡檢の結果に依れば染色狀況、形狀、填充澱粉粒の形狀等に關し先に數片の鏡檢に依りて觀察せると同型なる特殊の澱粉細胞が糊粉層の直下に連續して一層をなし(稀に二層をなすこゝあり)、或は點在して其の間に常型の澱粉細胞の存在せるを認む。即ち同一品種に於ては數片に於て認めらるる全く同様なる配置と數量を以て前記の如き特殊の澱粉細胞が完全粒の斷面に於ても認めらるるものとす。而してその特殊の澱粉細胞は常型の澱粉細胞と明かに識別せらるるものにして之を假に「硬質澱粉細胞」(Hard starch cell)と名けん。其の主要特徴は次の如し。

- (1) 細胞の大小小形なり。
- (2) 填充澱粉粒は小形にしてその大小略均一なり。
- (3) Iodeosinに依りて濃紅色に、又同色素と Haematoxylinとの混合液に依りて濃煉瓦色に染色せらる(常型の澱粉細胞の染色せらるる程度は何れの場合にも極めて淡きを常とす)。
- (4) 上記の如く染色濃厚なるに鑑み、グルーテンを含有すること豊富なるを認む(純粹のグルーテンは Iodeosin に依りて同じく濃く染色せらる)。
- (5) 細胞の膜は厚く、常型澱粉細胞の約3—4倍に達す。即ち第二表に示すが如し。尙ほ典型的の硬質澱粉細胞は前記の各特徴を完全に具備せるが時として

はその特徴が多少不完全にして即ち常型澱粉細胞の性狀を帯びたるものを發見す。之を便宜の爲に「半硬質澱粉細胞」(Semi-hard starch cell) と命名せん。(第八圖版 3.4 及第十圖版參照)

第二表 硬質澱粉細胞と軟質澱粉細胞とに於ける膜壁の厚さの變異

Table II. Variations in thickness of walls of hard and soft starch cells.

品 種 番 號 No. of Varieties	品 種 名 Varieties	硬 質 澱 粉 細 胞		比 率 Ratio A/B
		硬 質 (A) Hard μ	軟 質 (B) Soft μ	
2	赤 皮 赤	5.24	1.56	3.4
3	マ - チ ン 八 號	5.16	1.40	3.7
15	細 稈	4.00	1.20	3.3
17	赤 達 摩	3.96	1.40	2.8
31	伊 賀 筑 後	4.24	1.72	2.4
35	江 島 神 力	4.68	1.22	3.9
38	三 州 小 竹	4.02	1.40	2.9
39	樺 太 一 號	4.84	1.20	4.0

硬質澱粉細胞並に半硬質澱粉細胞はその性狀が前掲の如くなるにより常型澱粉細胞より遙に堅牢にして製粉操作に於ても破壊せられ難かるべし。従つてその大部分が麩層に固着して損失せらる。加之硬質澱粉細胞の間に介在せる常型の澱粉細胞も硬質澱粉に作はれて麩層に残留し爲に製粉歩合を低下せしむ。

前述の如き硬質澱粉細胞に關し從來の文獻にその記載あるや否やを検せるに著者等の調査せる限りに於ては、本報に示せるが如く明確に之を表明せるもの無きが如し。只だ寫生圖又は敘述に於て恐らく本報に示せる硬質澱粉細胞を指示せりと推定せらるるもの多少あり。例へば NOWACKI [6] の示せる小麥粒横斷圖に於ては填充澱粉粒の小なる小形の細胞即ち本報に於ける硬質澱粉細胞に類似せるものを畫けり。但し同氏はその細胞の特殊なる點に關しては何等言及する所なかりき。又澱粉細胞の内容に就きては TSCHIRCH [8] 及び JOHANNSEN [4] 等は糊粉層に接して蛋白質に富み従つて澱粉を含むこゝ少なき細胞の存するを指摘し、ROBBINS [7] も亦糊粉層に接する澱粉細胞がグルーテンを含むこゝ最も多きこゝを掲げ、CARLETON [3] も亦之と相似たる事實を述べたり。尙ほ MAURIZIO [5] は小麥粒の營養組織(nährgewebe)の周縁はその内方に比してグルーテンを含むこゝ大にして、且つ斯かる周縁の層は製粉に際し麩層に固着して容易にこれと分離し難く、従つてその幾

分は麩片と共に除去せらるることを免れずと謂へり。

硬質澱粉細胞の成因

硬質澱粉細胞が如何にして形成せらるるかを究明せんが爲めに、種々の發育過程に於ける小麥子實に就て解剖學的實驗を試みたり。即ち 1928 年秋に播種して一本植させる品種赤達摩に就き、翌年 5 月 16 日に開花し且つ發育略一樣なる稈に着生せる若干の穂を選び、これを開花後一週間(乳熟期)、二週間(同上後期)、三週間(糊熟期)、四週間(黄熟期)、五週間(完熟期)、六週間(過熟期)に夫々採取し、之を室内に於て風乾せる後穂のほぼ中央部の二三小穂(Spikelet)に着生せる粒(各小穂に於ては最下位の粒)を採り、先に掲げたるが如き方法(143 頁参照)に依りて其の内部組織を鏡檢したり。

其の鏡檢の結果は第十一圖版に示すが如く乳熟期にありては澱粉細胞は概してその形狀不規則にして小形、特に胚乳部の周縁に近づくに従ひ益々その形狀小なるを見る。又填充澱粉粒の形も細胞の大小に應じて差異を示せり。次で成熟程度の進むに従ひて漸次澱粉細胞並にその填充澱粉粒は共に大きさを増す。この大きさの増大率は胚乳部の周縁又は之に近く位する細胞に於ては内方に位するものに比して比較的僅少なり。完熟期以後に就て見るに周縁又は之に近き細胞に於ては、その若干は發育良好にして内部に於けるものゝ形狀並に澱粉粒填充の狀況に於て全然同一の觀を呈せるも、その大多數の細胞は内部に於けるものに比しその形狀小にして本報に指摘せる所謂半硬質澱粉細胞を形成し、尙ほ特に周縁に位する細胞の一部にありては、その形狀著しく小にして且つ填充澱粉粒も亦極めて小さく即ち最も典型的なる硬質澱粉細胞を構成せり。尙ほ鏡檢の結果より見るに果皮の厚さも亦子實の成熟程度の進むに従ひて漸次薄くなれるを認む(第十一圖版参照)。これ胚乳部内部の充實の爲め果皮が内部より壓迫せらるるに依るものと解し得べし。

上記の粒に於ける澱粉細胞發育過程に徴するに、硬質澱粉細胞は要するに胚乳部の周縁又はこれに近き部分に位し、澱粉の集積並に細胞の擴大の程度不十分なるが爲めに形成せられしものと推定するを得べし。尙ほ周縁に位する硬質澱粉細胞が先に掲けしが如く(第二表参照)細胞膜の厚さを

示せるは細胞の擴大程度不十分の爲め發育過程の進行するに従ひ漸次肥厚するに基因するものたるべく、これに反し内方の胚乳部細胞に於て細胞膜の薄きはその發育に依る擴大著しき爲に膜の厚さ増加するこゝなきに依るべし、此の如き關係は第四表に示せる細胞の發育過程と細胞膜の厚さとの關係に依りて明かに之を認め得べし。

第三表 澱粉細胞の發育過程に於ける細胞膜の厚さの變遷

Table III. Change in the thickness of the wall of starch cells in the course of their development.

開花後経過日數 Days after flowering		胚乳部外方の澱粉細胞 Starch cells in the outer region of endosperm. μ	胚乳部内方の澱粉細胞 Starch cells in the inner region of endosperm. μ
二週間	2 weeks	1.4	1.5
三週間	3 "	2.5	1.5
四週間	4 "	3.1	1.4
五週間	5 "	3.2	1.6
六週間	6 "	3.8	1.4

之を要するに硬質澱粉細胞は將來澱粉細胞となるべきものが發育の初期に於ける状態の儘に残留せるものと推定するこゝを得べし。而して半硬質澱粉細胞は細胞の發育が或る程度まで進行せるものなるべし。

硬質澱粉細胞發生の變異

硬質澱粉細胞の成因は上述の如くに考へらるるに依り、その發生の多少は恐らく環境に依りて影響せらるるこゝとなるべく尚ほ品種の異なるに依りてもその程度を異にするこゝあるべし。此の如き關係に就て特に實驗せる結果を次に示さんす。

1) 結實期間に於ける光線の多少

1930年春に於て、圃場に一本植とする赤達摩及びWhite Odessaの二品種に就き何れも開花の数日後に至り北側を除きて腹簀にて覆ひ、以て日照を制限したり。尚ほ此の日蔭區に接近して比較標準用として自然の直射光線に曝せる日照區を設置したり。

上記の兩區に於て夫々成熟後(日蔭區は日照區に比して約二週間成熟遅延したり)粒を採取し、その硬質澱粉細胞並びに千粒重量を測定したり。其の測定の結果は第三表に示すが如し。而して本表を見るに豫期したるが如く

日蔭區に於ては光線不十分の爲め同化作用に依る澱粉の蓄積不良にして、從つて硬質澱粉細胞數の著しく増加せるを認め得べし。

第四表 結實期間中の光線の多少と結實粒に於ける硬質澱粉細胞の多少

Table IV. Relation between the light intensity during fruiting period and the number of hard starch cells of ripened kernels.

品 種 名 Varieties	光 線 の 程 度 Grade of light intensity		*硬質澱粉細胞數 Number of hard starch cells		千粒重量 Weight per 1000 kernels gm.
			典型的硬質 Typical hard	半硬質 Semi-hard	
赤 達 摩	日照區	Full light	39	34	29.5
	蔭區	Shade	57	48	17.5
White-Odessa	日照區	Full light	29	21	39.6
	蔭區	Shade	44	59	26.5

*糊粉層細胞100個の並べる間に於ける硬質澱粉細胞數(Number of the hard starch cells observed in the space in which 100 cells of the aleuron layer are arranged.)

2) 肥料の用量

肥料特に窒素肥料を過用する場合には小麥に於ても他の禾穀類に於けるこ同じく粒の充實不良となるは既に廣く知られたる事實なり。斯の如き場合に於て硬質澱粉細胞の數も亦恐らく増加することあるべし。而して此の點に就ては次の如き實驗を試みたり。

1930年條播として栽培せるものに就て、(1)普通施肥區即ち反當窒素3貫、磷酸2貫、加里2貫を施用せるもの、(2)窒素過用區即ち磷酸及び加里は前區と同量なるも窒素を五割増こせるもの、(3)無肥料區即ち窒素磷酸加里、

第五表 窒素質肥料の硬質澱粉細胞形成に及ぼす影響

Table V. Effect of nitrogen manure on the formation of hard starch cells.

施 肥 の 程 度 Grades of manuring		*硬質澱粉細胞數 Number of hard starch cells		千粒重量 Weight per 1000 kernels. gm.	製粉歩合 Flour yield %
		典型的硬質 Typical hard	半硬質 Semi-hard		
普通施肥區	Ordinarily manured	19	44	31.0	68.6
窒素過用區	manured with excessive Nitrogen	25	55	29.2	66.0
無肥料區	No manuring	18	37	33.3	70.1

*糊粉層細胞100個の並べる間に於ける硬質澱粉細胞數(Number of the hard cells observed in the space in which 100 cells of the aleuron layer are arranged)

何れも施用せざるものに夫々生産せられたる赤達摩種の子實につき前項の場合と同様に硬質澱粉細胞の数を比較したり。尙ほ之と同時に各區生産の粒につき品質の良否を示す一指針として製粉歩合及び千粒重量をも測定したり。其の成績は第四表に掲ぐるが如し。而して本表に依れば豫期の如く窒素過用區に於ては他區に於けるに比して粒の品質不良にして硬質澱粉細胞の数多きことを認む。

3) 産 地

1927 年の北米合衆國産小麥粒及び試みに其の一部を翌年鴻巣試験地に播種して得たる粒に就き硬質澱粉細胞の数を比較したり。而して北米産の種子は充實完全なるに反し鴻巣産のものは當該品種が本邦の風土に充分適應せざるが爲充實不良なりき。此の實驗の結果に依れば前者は極めて僅かなる典型的硬質澱粉細胞のみを有するに拘らず、後者は多數の典型的並びに半硬質澱粉細胞を包含せり(第十二圖版参照)。尙ほ二三の本邦種を風土を異にせる地方に栽培して得たる子實に就きて、上記と同様の事實を観察したり。

4) 品 種 間 變 異

先に認めたる穀層固着澱粉歩合の品種間變異並びに穀片の解剖學的觀察

第六表 小麥品種に於ける硬質澱粉細胞数の變異

Table VI. Variations in number of hard starch cells in wheat varieties.

品種番號 No. of Varieties	品 種 名 Varieties	産 地 Origin	* 硬 質 澱 粉 細 胞 數 Number of hard starch cells		
			典型的硬質 Typical hard	半 硬 質 Semi-hard	合 計 Total
1	ドーソン一號	北海道	7	4	11
2	赤 皮 赤	"	5	7	12
3	マーチン八號	"	5	3	8
11	伊賀筑後オレゴン	長野	11	1	12
15	細 達 稈	鴻 巣	10	12	22
17	赤 達 摩	"	9	14	23
31	伊 賀 筑 後	山 口	4	13	17
35	江 島 神 力	福 岡	5	5	10
38	三 州 小 竹	鹿 兒 島	4	13	17
39	樺 太 一 號	樺 太	7	2	9
40	樺 太 二 號	"	5	9	14

* 一視野(×260)に於て認められたる平均數を以て示す(Average in number of the starch cells observed in a microscopic field. ×260)

より推定して、硬質澱粉細胞の多少が品種に依りて差異あるべきこと想像に難からず。此の見地より種々の品種に就き粒の截片を作り一視野($\times 260$)に於ける硬質澱粉細胞数を算へたり。その結果は第六表に示すが如し。本表に依れば硬質澱粉細胞の数は赤皮赤、マーチン八號の如き麩層固着澱粉の少なき品種に於て少なきに反し、赤達摩、三州小竹の如く麩層固着澱粉の多き品種に於て多きを認む(第一表参照)。尙ほ此の如き状態を現せる二三の實例を示せば第九及び第十圖版に見るが如し。

摘 要

(1) 小麥粒を製粉する場合に麩層に固着し麩の一部として除去せらるる澱粉即ち「麩層固着澱粉」の量は品種に依りて著しく異なる。

(2) 麩層固着澱粉歩合は製粉歩合と密接なる關係を有するものにして小麥製粉上重要視すべきものとす。

(3) 麩層固着澱粉は粒の細胞組織上より之を觀る時は胚乳部の周縁に點在し或は連續して存在せる硬質澱粉細胞より成るものとす。該細胞は之を通常の澱粉細胞に比し小形にして填充澱粉粒も小さく且つ蛋白質に富み其の細胞膜も厚し、殊に典型的硬質澱粉細胞に於て斯る特徴の一層顯著なるを認む。

(4) 硬質澱粉細胞は堅牢にして小形なる爲に製粉に際し破壊せられ難く、従つて麩層に固着し製粉歩合を低下するものなるべし。

(5) 硬質澱粉細胞を粒の發育過程より見る時は澱粉細胞が十分の發育を遂ぐるに至らざりしに依り發生せらるるものとす。従つて該細胞は充實良好なる粒に於て少なきに反し、充實不良なる粒例へば光線の不十分なる状態に於て結實せる粒、又は窒素過用に依りて得られたる粒に於て硬質澱粉細胞の發生増大するを常とす。

(6) 硬質澱粉細胞数の品種間變異は著しきも畢竟するに主として品種に於ける結實の良否に基くこと明なりとす。

本研究の遂行並に本報文の構成に就きては寺尾博士に負ふ所少からず茲に深謝の意を表す。尙ほ川上二郎、竹上靜夫、竹下武雄三氏の助力を謝す。

圖版說明

第八、九、十圖版

第八圖版 1, 2 及び第 IX 圖版 麩片に固着せる硬質澱粉細胞の數並に形狀の品種間變異

第八圖版 3, 4 及び第 X 圖版 粒に於ける硬質澱粉細胞の數並に形狀の品種間變異

p...果皮 *ab*...糊粉層 *a*...典型的硬質澱粉細胞

b...半硬質澱粉細胞 *c*...軟質澱粉細胞

第八圖版(約 260 倍): 1—赤皮赤 2—三州小竹 3—赤皮赤 4—三州小竹

第九、十圖版(約 130 倍): 1—赤皮赤 2—マーチン八號 3—江島神力 4—赤達摩

5—細 稈 6—三州小竹

第十一圖版

小麥粒の各發育過程に於ける澱粉細胞の發達狀況(約 130 倍)(品種: 赤達摩)

p...果皮 *ab*...糊粉層 *a*...典型的硬質澱粉細胞

b...半硬質澱粉細胞 *c*...軟質澱粉細胞

1...開花後一週間 2...同 二週間 3...同 三週間

4...同 四週間 5...同 五週間 6...同 六週間

第十二圖版

栽培風土の硬質澱粉細胞生成に及ぼす影響(約 200 倍)(品種: マーチン)

p...果皮 *ab*...糊粉層 *a*...典型的硬質澱粉細胞

b...半硬質澱粉細胞 *c*...軟質澱粉細胞

1—1927 年北米ワシントン州産の粒 2—1928 年本農事試驗場(鴻巣)産の粒

引用文獻 Literatures cited

1. BESSEY, C. E., The structure of the wheat grain. Bull. Agr. Exp. Sta., Nebraska, 32. pp. 100-114. 1894.
2. BRECHLEY, W. E. and HALL, A. D., The development of the grain of wheat, Jour. of Agr. Sci., 3, part. 2. pp. 195-217. 1909.
3. CARLETON, M. A., The small grains. New York. 1919. p. 12.
4. JOHANNSEN, W., Résumé des travaux Carlsberg-Laboratorium, 2, livr. 5. (cited in Maurizio. S. 159).
5. MAURIZIO, A., Die Nahrungsmittel aus Getreide. Berlin. 1917.
6. NOWACKI, A., Anleitung zum Getreidebau auf wissenschaftlicher und practischer Grundlage. S. 34, 129. 1905.
7. ROBBINS, W. W., The botany of crop plants. Philadelphia. p. 106.
8. TSCHIRCH, A. and OESTERLE, O., Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde. Leipzig. 1900. (cited in Maurizio. S. 21)
9. YAMASAKI, M. and HATANO, S., On the relation between flour yield and some other characters in wheat kernels. (Japanese with English résumé) Jour. Imp. Agric. Exp. Sta. II, no. 2, pp. 129-140. 1933.

ON THE RELATION OF THE STRUCTURE OF STARCH CELLS TO THE FLOUR YIELD IN WHEAT KERNELS (*Résumé*)

By

Morimasa YAMASAKI and Susumu HATANO

WIWH PLATES VIII—XII

In the previous study conducted by the authors [9], it was pointed out that the correlation between flour yield and endosperm percentage was found to be not so close as theoretically expected. In order to elucidate the matter, we have further carried out a series of experiments, the results of which are summarized as follows:

(1) In flour milling, the amount of flour adhering to bran scales varies markedly with the samples; the more the quantity of flour adhering to bran scales, the less flour yield of the samples. This disturbs, to some degree, the correlation to be found between flour yield and endosperm percentage. (See Table I)

(2) The floury portions adhering to bran scales are, as observed microscopically, composed of one or two layers of starch cells of a special type (See Plates VIII, I, 2 and IX), and the existence of such starch cells is noticed also in the cross section of kernels. These starch cells are much smaller in size than the ordinary ones, bear thick cell-wall (See Table III), and look hard in texture; the starch granules contained are small and the gluten content is high; the cells are stained by iodeosin or haematoxylin solution more deeply than the ordinary starch cells. The starch cell of such type is, for convenience, termed "*hard starch cell*." Sometimes there occurs "*semi-hard starch cell*" which is an intermediate class between the typical hard starch cell and the ordinary starch cell.

(3) On milling, hard starch cells are not broken and adhere firmly to bran scales; and moreover, the part of an ordinary starch cell lying between hard starch cells is also lost being accompanied by the latter. Therefore the more the amount of hard starch cells, the less flour yield.

(4) By the anatomical study of grains at different stages of growth, it was made clear that hard starch cells are the cells which remain at earlier stages of growth and are developed incompletely (See Plate XI). This may be affirmed also by the fact that hard starch cells are multiplied especially under such unfavorable conditions of seed riping as shading or excessive application of nitrogenous fertilizer (See Tables IV and V). Moreover it is sometimes observed that even in the same variety the frequency of occurrence of hard starch cells varies considerably with the locality where the variety is grown (See Plate XII).

Explanation of Plates

PLATES VIII—X

PL. VIII, 1, 2 & Pl. IX. Varietal distinctions in regard to the number and the size of hard starch cells adhering to bran scales.

PL. VIII, 3, 4 & Pl. X. Varietal distinctions in regard to the number and the size of hard starch cells in kernels.

p.... Pericarp. *al*.... Aleulon layer. *a*.... Typical hard starch cell.

b.... Semi-hard starch cell. *c*.... Soft starch cell.

Pl. VIII (\times ca. 260). 1.... Akakawa-aka (2). 2.... Sanshu-kotake (38).

3.... Akakawa-aka (2). 4.... Sanshu-kotake (38).

Pl. IX—X (\times ca. 130). 1.... Akakawa-aka (2). 2.... Martin No. 8 (3).

3.... Eshima-shinriki (35). 4.... Akadaruma (17). 5.... Hosowara (15).

6.... Sanshu-kotake (38).

PLATE XI

Development of starch cells at various ripening stages of kernels (\times ca. 130).

p.... Pericarp. *al*.... Aleulon layer. *a*.... Typical hard starch cell.

b.... Semi-hard starch cell. *c*.... Soft starch cell.

1.... 1 week after flowering. 2.... 2 weeks. 3.... 3 weeks.

4.... 4 weeks. 5.... 5 weeks. 6.... 6 weeks.

PLATE XII

Effect of the environment on the formation of the hard starch cells in kernels (variety: Akadaruma). (\times ca. 200).

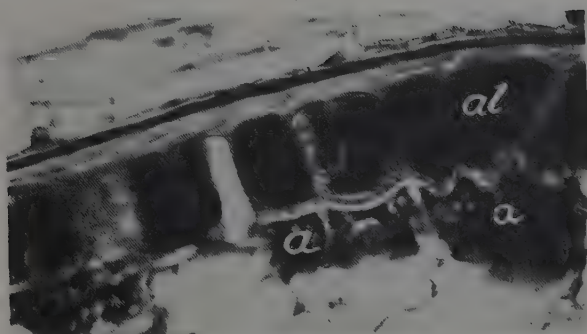
p.... Pericarp. *al*.... Aleulon layer. *a*.... Typical hard starch cell.

b.... Semi-hard starch cell. *c*.... Soft starch cell.

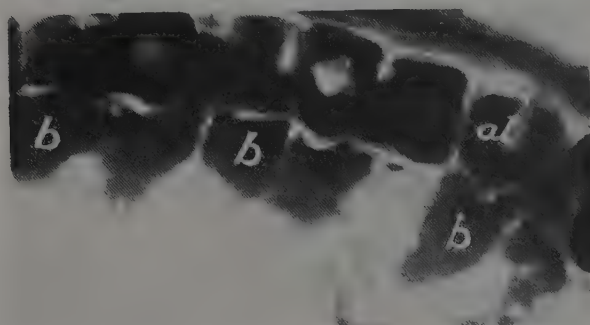
1.... Kernels produced in Wash., U. S. A. in 1927.

2.... Kernels produced at the field of this Station, in 1928.

1



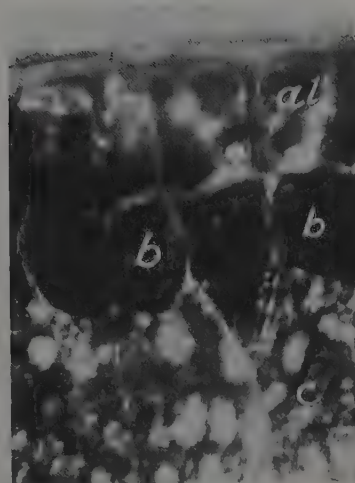
2

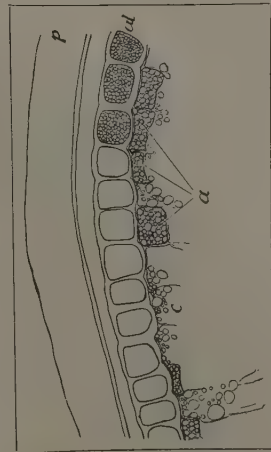


3

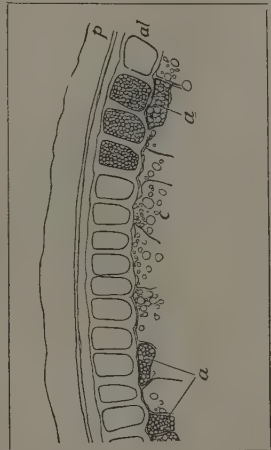


4

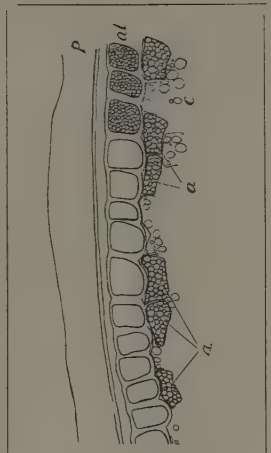




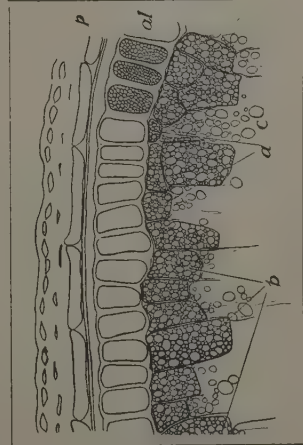
1



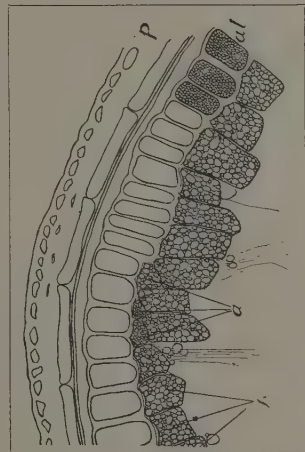
2



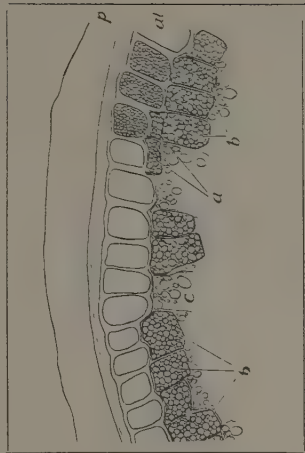
3



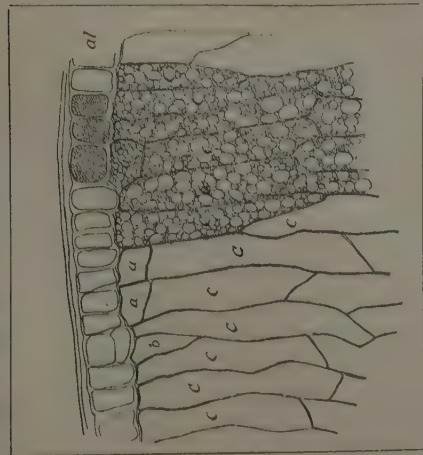
4



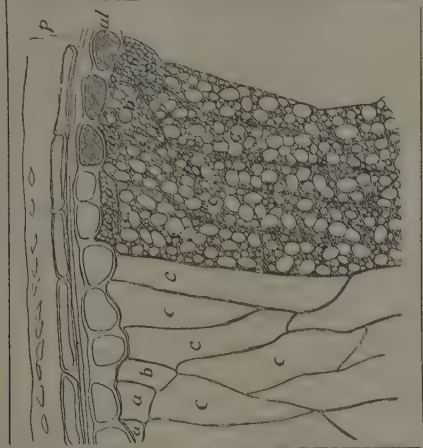
5



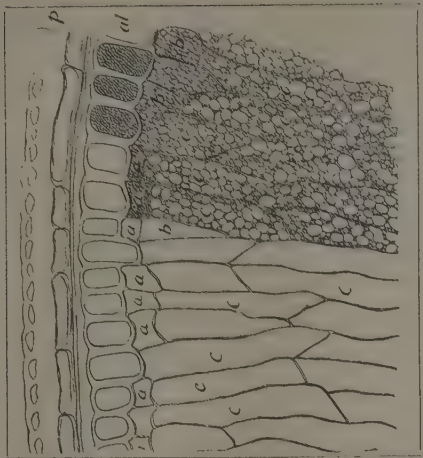
6



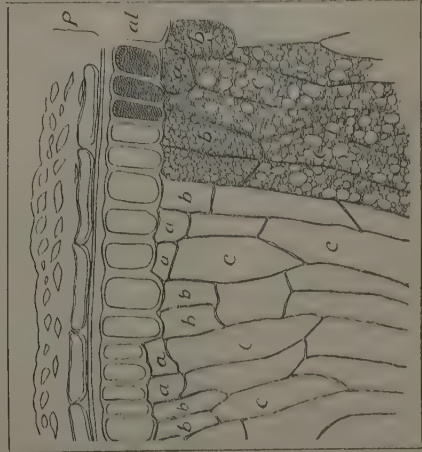
1



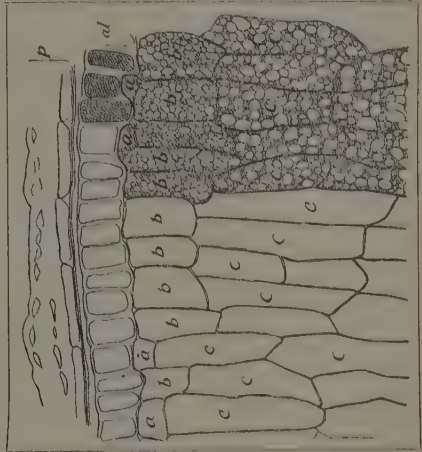
2



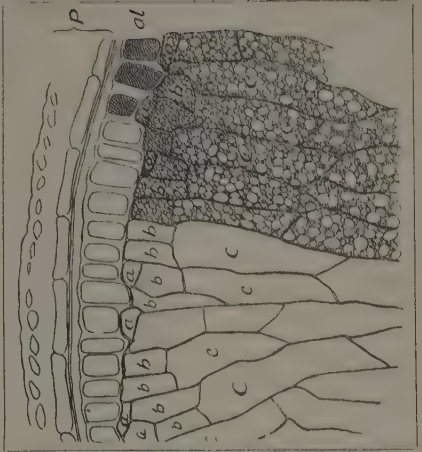
3



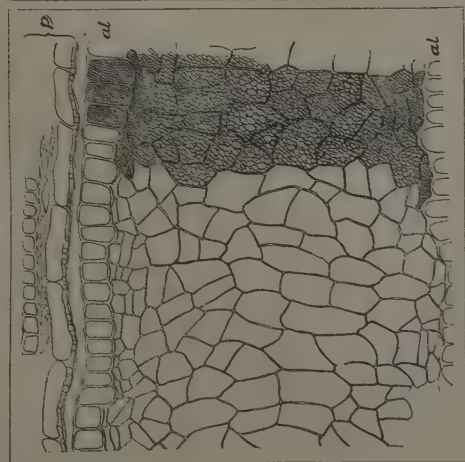
4



5



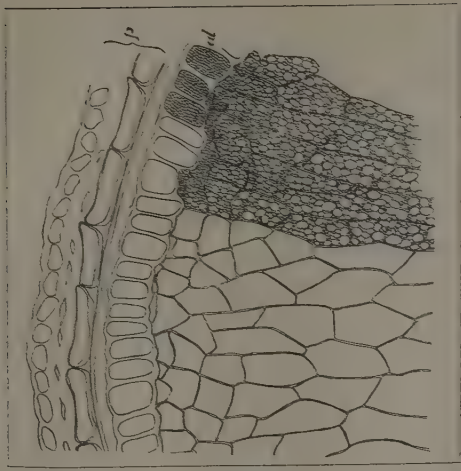
6



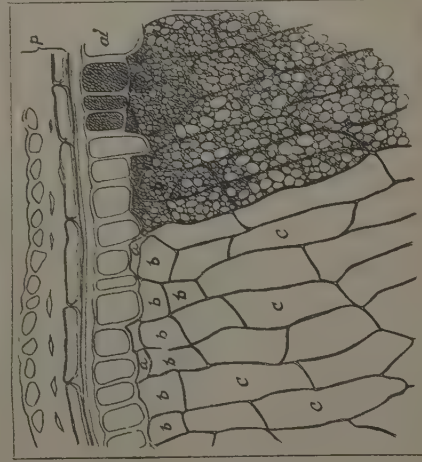
1



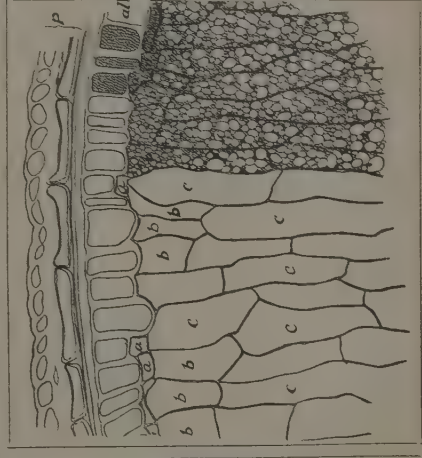
2



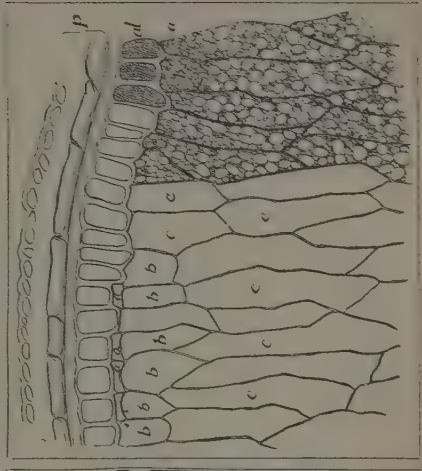
3



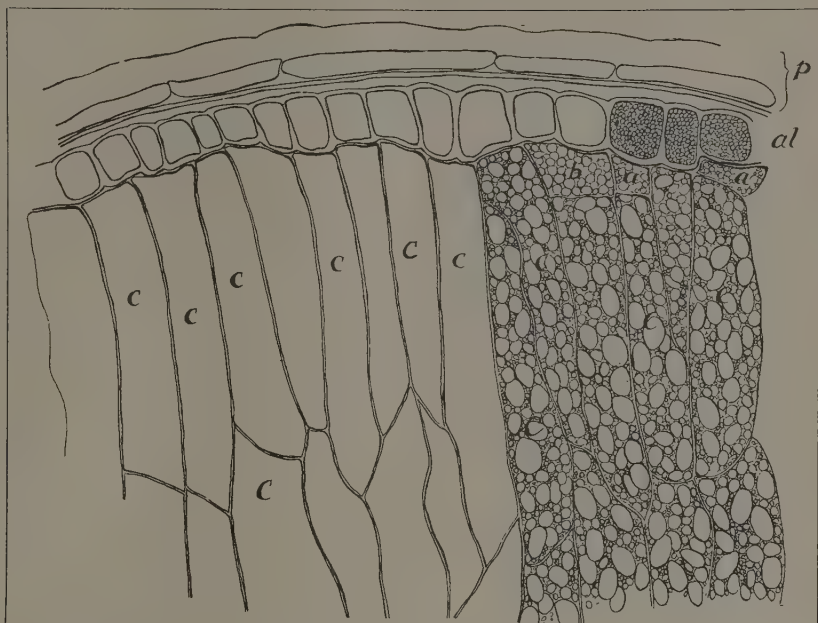
4



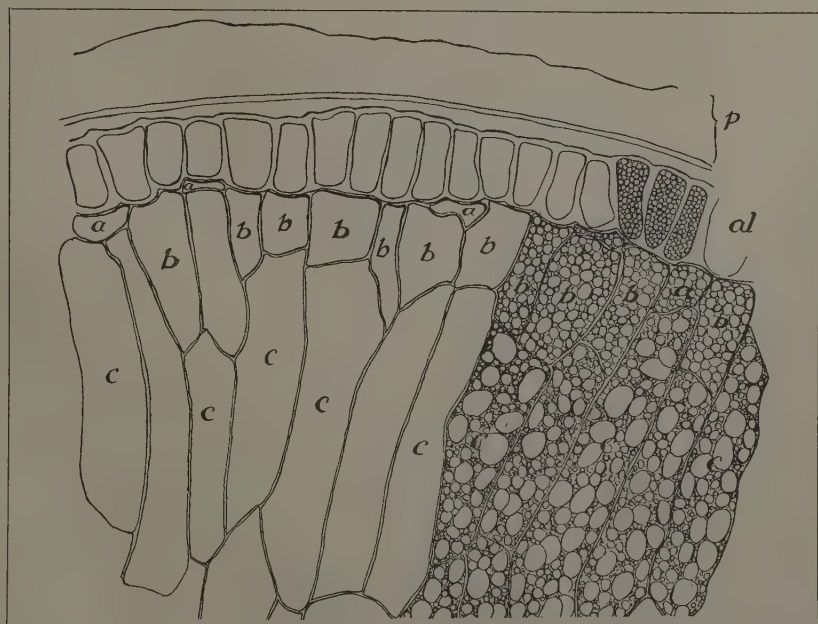
5



6



1



2

廻轉脱穀機による粃の損傷並に之 に基く稻苗の發育障害に就て*

技 師 二 瓶 貞 一

廻轉脱穀機の使用は時として穀粒を損傷することあるが故に、之に依りて調製せる粃が種子として適當なりや否やに就きては多少の疑問なき能はず。而して廣島縣及び宮城縣農事試験場の調査に依れば、動力用廻轉脱穀機に依る粃種子は千齒稻扱に依れるものに比し苗代に於ける完全苗の數概して少く、殊に脱穀機の廻轉周速度に比例してその傾向著しきが如し。斯くの如き事實に鑑み著者は該方面の研究を一層正確ならしめんが爲め、昭和三年の收穫物に就きその秋及び翌春に亘り鴻巣試験地に於て實驗を試みたるを以て、茲に其の成績を記述せんとす。

本試験の施行に當りては橋本康人、松山篤兩氏の熱心なる助力を得たり、銘記してその勞を謝す。

試 驗 方 法

1) 供 試 材 料

供試材料は適期に刈取れる龜の尾及び關取の二品種にして、乾燥方法は(甲)直扱 (乙)屋内五日乾及び (丙)屋外五日乾の三種とす。甲は刈取直後に脱穀せるもの、乙及び丙は夫々實驗室内及び屋外に五日間架乾せるものにして脱穀當時の粃含有水分量は次の如し。但しホフマン水分檢定器により各二回測定せるものの平均とす。

	直 扱	屋内五日乾	屋外五日乾
龜 の 尾	(甲)—20.8%	(乙)—16.0%	(丙)—14.4%
關 取	(甲)—20.0%	(乙)—17.2%	(丙)—14.4%

* T. NIEL. On the injury of rice grains caused by threshing machines.

2) 供試脱穀機及び廻轉周速度

供試機としては、普通に使用せらるるものの中より、人力用「ミノル式」廻轉脱穀機と動力用「福島式」廻轉脱穀機との二機を選定し、なほ標準として千齒稻扱を使用せり。而して普通に之等の廻轉脱穀機を使用する場合に於ては、その毎分廻轉周速度を、人力機に於て毎分 1500—1700 尺、動力機に於て 2200—3000 尺となすこと通例なるに依り、本試験の場合に於ても之を標準として次の三階級の廻轉速度を以て試験を行ひたり。

	低速度區	中速度區	高速度區
毎分廻轉周速度(尺)	1500	2250	3000
毎分廻轉數	人力機 426	639	853
	動力機 320	481	641

但し廻轉周速度を齊一ならしむる爲め人力機、動力機共に電動機にて運轉せり。

3) 調査項目及び調査方法

脱穀せる材料より穂切れ、葉切れ等を除き二回唐箕選して所謂精選粳となし、この粳につきて下記各項の調査を行ひたり。

- (1) 胴割歩合 —— 脱穀後直ちに精選粳 500 粒を手剥ぎして調査す。
- (2) 精選粳中の不完全粳量 —— 精選粳 300 瓦(約三合)に就き、次の三者の重量を測定してその全重量を不完全粳量とす。
 - 1) 脱穀の際に脱稈されて玄米となりしもの(脱稈米)
 - 2) 脱稈米中胚の脱落せるもの(缺胚脱稈米)
 - 3) 脱穀の際に碎米となりしもの(碎米)
- (3) 發芽歩合 —— 充分なる注意を以て保管したる精選粳を、翌春鹽水選(比重 1.125)を行ひて 200 粒宛シャーレに採り、之に井水を加へ溫室内(室温平均 22.2°C)に於て發芽歩合を検せり。
- (4) 苗の成育狀態 —— 鹽水選(比重 1.125)せる粳を三晝夜浸種したる後、普通の苗代に 1 寸×0.8 寸の間隔に正條播とし、挿秧期(四十日苗)に苗を全部抜き取り、成育良好にして本田に移植可能なる苗を健全苗として、その播種粒數に對する歩合を調査し、更に健全苗中の任意の 100 個體をとりてその草丈、一個體當り總葉數及び 100 個體全風乾重を調査せり。尚ほ草丈及び葉數は各々の標準偏差を求めて成育の整否を知るに便ならしめたり。但し各試験區の播種粒數は 1000 粒(二區に分つ)とす。

試 驗 成 績

1) 胴 割 歩 合 (第一表)

第一表の成績を概括するに關取に於ては各試験區を通じ胴割歩合特に低く且つ各區間の差も顯著ならざるに反し、龜の尾に於ては廻轉脱穀機使用の場合は千齒稻拔に依る場合に比し、胴割の發生を増加するの傾向明らかにして、その傾向は廻轉速度の高まると共に著しきを認む。而して供試材料の乾燥程度の差による胴割歩合の差異は明瞭ならず。

第一表 胴割歩合調査成績

品 種	千齒稻拔に 依る胴割 歩合 (%)	人力用廻轉脱穀機に 依る 胴割歩合 (%)			動力用廻轉脱穀機に 依る 胴割歩合 (%)		
		低速度區	中速度區	高速度區	低速度區	中速度區	高速度區
龜 の 尾(甲)	17.2	19.0	23.8	24.8	30.6	22.0	26.8
" (乙)	15.8	25.8	26.8	24.4	17.8	23.8	27.6
" (丙)	18.8	24.6	26.8	27.4	18.6	23.0	29.6
關 取(甲)	2.4	2.6	2.0	2.0	2.8	2.6	3.8
" (乙)	1.8	2.0	2.0	2.2	2.0	2.0	2.8
" (丙)	1.6	2.0	2.0	2.0	1.8	2.2	3.0

2) 不 完 全 籾 量 (第二表)

第二表に依れば、千齒稻拔を使用せる場合には全く不完全籾を見ざるも、廻轉脱穀機使用の場合には不完全籾を生じ殊にその程度は廻轉周速度に比例して増加せり。またその増加の割合は人力機に比し動力機に著しく、特に之が高速度の場合に甚し。なほ籾の乾燥良好となるに伴ひ不完全籾量の

第二表 不完全籾量調査成績

品 種	千齒稻拔に 依る不完全 籾量 (瓦)	人力用廻轉脱穀機に 依る 不完全籾量 (瓦)			動力用廻轉脱穀機に 依る 不完全籾量 (瓦)		
		低速度區	中速度區	高速度區	低速度區	中速度區	高速度區
龜 の 尾(甲)	0	0	0	0.55	0.04	0.23	14.81
" (乙)	0	0.54	0.65	1.00	0.24	1.33	30.50
" (丙)	0	0.35	0.29	1.01	0.33	1.93	32.35
關 取(甲)	0	0.10	0.15	0.70	0.25	0.56	11.15
" (乙)	0	0.25	0.36	1.35	0.21	1.12	17.28
" (丙)	0	0.65	0.89	2.21	0.56	2.00	23.85

備考：本表は精選籾 300 瓦中の不完全籾全量を示す

増加を來せるが、かかる乾燥良好なる材料は稈皮の破壊し易く、例へば脱稈操作に際して脱稈率高き事實と相等しき理由に基くものなるべし。なほ第二表には省略せるも不完全粃の大部分は脱稈米にして、碎米は不完全粃全重量の10%を越ゆること稀なり。而して欠胚脱稈米は主として動力機の高速度の場合に認められ、その量は不完全粃全重量の5—10%なりき。更に供試二品種の不完全粃量を比較するに、兩者は略類似せる傾向を示し胴割歩合の如く著しき差異を示さざりき。

3) 發芽歩合 (第三、四表)

第三表によれば千齒稻扱に依る粃の發芽歩合は各區とも殆ど100%に達せり。然るに人力用並に動力用廻轉脱穀機による粃の發芽歩合は、廻轉周速度の増加に伴ひ前者に於ては僅か乍ら低下の傾向を示し、後者に於ては低下の割合稍顯著なりき。而して脱穀前の粃の乾燥良好なる場合には、不良なる場合に比し一般に發芽歩合高し。即ち乾燥不良なる材料は小枝梗の彈力強く脱粒し難きと、内容子實の乾燥による收縮不充分なる爲め胚の機械的障害を受け易きに基くものなるべし。

第三表 發芽歩合調査成績

品 種	千齒稻扱に 依る粃の發 芽歩合 (%)	人力用廻轉脱穀機に 依る粃の發芽歩合 (%)			動力用廻轉脱穀機に 依る粃の發芽歩合 (%)		
		低速度區	中速度區	高速度區	低速度區	中速度區	高速度區
龜の尾(甲)	99	99	97	94	98	94	71
" (乙)	99	99	98	98	99	97	90
" (丙)	100	98	96	97	98	96	90
關取(甲)	100	98	98	90	95	93	75
" (乙)	100	99	99	94	99	94	82
" (丙)	99	99	99	95	99	98	95

次に第四表によりて各區の平均發芽口を見るに脱穀操作の如何に關せず殆ど同様なりき。今假りに日口發芽粒數の標準偏差を以て發芽の整否を示すものとしてその程度を見るに、千齒稻扱による粃は最も發芽整一にして、廻轉脱穀機使用の場合には多少の例外あるも、概して周速度の増加に伴ひ發芽は不整となる傾向あり。なほ各試験區ともに平均發芽口には大差なきも、第四表に明かなるが如く千齒稻扱による粃に比し、廻轉脱穀機による粃は置床後に於ける初期の發芽早く、又廻轉脱穀機による粃は廻轉周速度

第四表 發芽の遲速に關する調査成績

期 日	千齒稻扱に よる粃の日 日發芽粒數	人力用廻轉脱穀機に よる粃の日日發芽粒數			動力用廻轉脱穀機に よる粃の日日發芽粒數		
		低速度區	中速度區	高速度區	低速度區	中速度區	高速度區
IV—8							
9							
10				1	1	2	1
11	8	8	7	7	12	20	24
12	20	34	45	80	117	69	70
13	130	97	99	46	38	53	39
14	36	50	43	46	27	39	26
15	5	8	2	6	1	1	1
16			1	1	1	2	2
17						1	1
發芽歩合(%)	100	99	99	94	99	94	82
平均發芽日	13.1±0.73	13.1±0.86	13.0±0.82	12.8±1.01	12.4±0.87	12.7±1.09	12.5±1.10

備考 (1) 本表は關取(乙)の場合を示す。他も略同一の傾向を示せるを以て省略せり。

(2) 平均發芽日の±は標準偏差を示す。

の大なるもの程初期の發芽早し。而して廻轉脱穀機の高速度による粃の初期に發芽せしものの中には微量なれども、稈皮に少しく龜裂を有するもの、及び稈皮の完全に破れて内容子實の露出せるものを認めたるを以て、一般に廻轉脱穀機を使用する時は齒杆の打撃力によりて、稈皮に微細なる龜裂を生じこの部分より水分の吸収を容易ならしむる爲め、發芽皿上の初期發芽を早からしむるものなるべし。

4) 苗の成育狀態 (第五表)

千齒稻扱による粃の苗代に於ける健全苗歩合は各區とも高きに反し、廻轉脱穀機を使用せる粃の健全苗歩合は廻轉周速度の増加に伴ひて低下し、その低下の割合は人力機に比し動力機に著るし。而してこの傾向は脱穀前の粃の乾燥不良なる場合は特に顯著なり。更に斯くの如き事實はまた次の如き關係を伴へり。即ち千齒稻扱による粃は廻轉脱穀機使用の粃に比し健全苗の草丈低く、一個體當總葉數少なく且つ 100 個體全風乾重輕し。然れども概して草丈及び葉數の偏差少なく、苗は整一に成育せり。之に反して廻轉脱穀機による粃は、廻轉周速度の増加に伴ひて健全苗の草丈高く、一個體當總葉數及び 100 個體全風乾重の増加を來せるも、草丈及び葉數の偏差も亦増大し苗の成育次第に不整となれり。要するに健全苗少き場合には

粗放なる薄播と同様の結果を呈せるに外ならず。更に種子の發芽歩合と苗代に於ける健全苗歩合とを比較するに、千齒稻扱に依る場合には兩者何れも高く、且つその間の差異少なし。然るに廻轉脫穀機使用の場合には周速度の増加に伴ひて、健全苗歩合低下して夫れと發芽歩合との差異増大せり。殊にこの傾向は粃の乾燥不良なる場合に甚し。なほ苗代に於ける苗の成育調査に、廻轉脫穀機の毎分周速度 1500 尺による材料を缺きたるは頗る遺憾とする所なり。然れども第五表の成績によれば粃の乾燥良好なる場合には毎分周速度 2250 尺による粃の健全苗歩合は 70% 以上なるを以て毎分周速度 1500 尺による粃の健全苗歩合は一層高まる事は推定し得らるる所なり。故に實際上この程度の周速度にて脱穀するも差支なかるべし。尙その後別種の材料に就きて施行せる成績によれば毎分周速度 2000 尺以下にて脱穀せる粃は千齒稻扱によるものご差異なき結果を得たる事を持記す。

第五表 苗の成育状態調査成績

品 種	脱 穀 方 法	健 全 苗 歩合(%)	發芽歩合(%)	草 丈(匁)	葉 數	健全苗 100本 當風乾重(瓦)	
龜の尾(甲)	千 齒 稻 扱	97	99	18.7±1.4	4.9±0.4	7.0	
	人力機	中 速 度	68	97	19.5±3.3	5.0±0.4	6.9
		高 速 度	52	94	19.6±3.4	5.0±0.6	8.5
	動力機	中 速 度	62	94	19.7±3.3	5.1±0.6	8.3
		高 速 度	24	71	22.0±3.7	5.6±0.6	11.9
	龜の尾(丙)	千 齒 稻 扱	97	100	19.2±1.7	4.8±0.4	7.0
人力機		中 速 度	82	96	19.0±2.6	4.8±0.5	7.2
		高 速 度	72	97	18.7±3.1	4.8±0.5	7.5
動力機		中 速 度	70	96	18.2±3.0	4.8±0.4	7.3
		高 速 度	55	90	20.0±3.1	5.0±0.6	8.9
關 取(甲)		千 齒 稻 扱	91	100	20.4±2.2	5.6±0.5	8.7
	人力機	中 速 度	70	98	20.3±3.1	5.5±0.7	9.4
		高 速 度	55	90	21.0±3.7	5.5±0.7	10.0
	動力機	中 速 度	57	93	20.7±2.9	5.7±0.6	9.6
		高 速 度	41	75	21.4±3.1	5.9±0.7	11.8
	關 取(丙)	千 齒 稻 扱	92	99	20.3±2.1	5.5±0.5	8.9
人力機		中 速 度	83	99	20.1±2.7	5.2±0.8	8.7
		高 速 度	76	95	20.2±3.5	5.3±0.7	9.4
動力機		中 速 度	75	98	19.6±3.4	5.1±0.8	8.8
		高 速 度	63	95	19.7±3.4	5.6±0.6	9.5

備考 1. 草丈及び葉數は100個體に就きて調査し其の平均値及び標準偏差を以て示す
2. 發芽歩合は第四表より一部再録せるものとす

考 察

以上の試験成績に基きて少しく考察せる所を掲げん。千齒稻扱にて脱穀せる粃の損傷少く從て粃の發芽歩合並に健全苗歩合高きは、該器の脱穀操作の扱き落とし式にして極めて緩慢なるに基くものなるべし。之に反して廻轉脱穀機の脱穀操作は打ち落とし式なるを以て、廻轉周速度の増加に伴ひて齒杆の有する打撃力は強大となり、從て粃に對する種々なる傷害を愈々大ならしむるものなるべし。而して廻轉脱穀機の高速度廻轉にて脱穀せる粃の健全苗歩合低き原因は種々あるべし。即ち斯くして得られたる粃の一見完全粃の觀を呈せるものにありても、胚に損傷を有するものの存在せる事は種子の發芽歩合低く、又不完全粃中に缺胚脱稈米の存在する事實より推察し得る所なり。又稈皮に微細なる龜裂を有して水分吸収の速かなるものの存在する事も明かなるが故に、かかる粃を苗代に播種する時は發芽皿の場合とは大いに環況を異にし、種子の腐敗して發芽不能に終るもの又は發芽後の成育不良なるものの存する爲に、健全苗歩合は低下するものご考へらる。次に廻轉脱穀機使用の際に、乾燥良好なる材料に比し、乾燥不良なる材料の發芽歩合低く且つ苗の生育傷害著しきは、かかる材料の胚部に機械的障害を受け易きに因るものなるべし。又同一廻轉周速度の場合に人力機に比し動力機による粃の損傷多きは、後者の廻轉胴の重量重く從つて齒杆の有する打撃力の強大なるに基くものなるべし。

尙ほ著者の別に施行せる脱穀機能率試験成績を參考とし、脱穀機使用上の注意並に採種上留意すべき事項を要約せば次の如し。

- (1) 千齒稻扱は能率極めて低く効程に主きを置く場合には不適當なり。然れども前記の試験結果より採取用として常に最も安全なるを知る。
- (2) 人力用廻轉脱穀機は千齒稻扱に比し作業能率高し。而して通常の足踏作業に於ける毎分周速度は 1500 尺—1700 尺にして本試験の低速度に近き故、この程度の周速度にて粃含有水分量を 14% 以下とせば採取上差支なきものご認む。
- (3) 動力用廻轉脱穀機は作業能率極めて高きも、毎分 3000 尺内外の高周速度にて使用する時は能率の低下を來すのみならず、粃に對する損傷甚し

きを以てかかる使用法は絶対に避けざるべからず。假令能率を主とする場合にありても本試験の中速度即ち毎分周速度 2200 尺内外を可とするが如し。又採取に際しては粃含有水分量を 14% 以下とし毎分周速度を 1500 尺内外にせば支障なきものと認む。

摘 要

(1) 本報告に於ては乾燥程度を異にせる水稻二品種を供試し、廻轉脱穀機の種々なる周速度にて脱穀せる粃の損傷、並に之に基く稻苗の發育障害に關する實驗結果を記述せり。

(2) 千齒稻扱を使用する時は、材料の乾燥の良否に關せず粃に損傷を與ふる事なく、且稻苗の發育に對し何等の障害を與へざる事を知れり。

(3) 廻轉脱穀機を使用する時は廻轉周速度の増加に伴ひて、粃に對する損傷並に稻苗に對する生育障害を大ならしむ。之等の傾向は粃の乾燥不良なる場合に著しく、又人力用に比し動力用廻轉脱穀機に著しきを知れり。

(4) 種子粃の採種に際しては千齒稻扱を最も安全とす。人力用又は動力用廻轉脱穀機使用の場合には、粃含有水分量を 14% 以下とし毎分周速度を 1500 尺内外にせば差支なきものと認む。

文 献

- (1) 廣島縣内務部 農具試験調査成績第一報 昭和二年。
- (2) 宮城縣立農事試験場 昭和二年度業務功程。
- (3) 鹽見邦治、芳谷傳治 岡山縣立農事試験場成績第四十四報 大正十三年。

第 十 三 圖 版 說 明

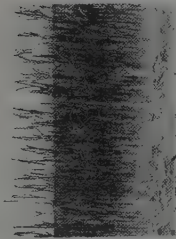
苗代に於ける苗の成育狀態 A……龜の尾(甲) B……龜の尾(丙)
 1……千齒稻扱區
 2, 3……人力用廻轉脱穀機中速度區及高速度區
 4, 5……動力用廻轉脱穀機中速度區及高速度區

A

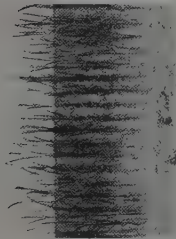
1



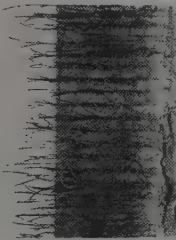
2



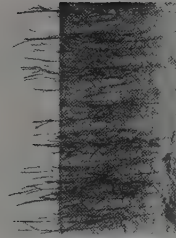
3



4

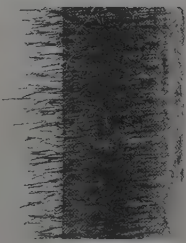


5



B

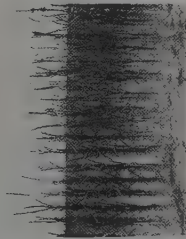
1



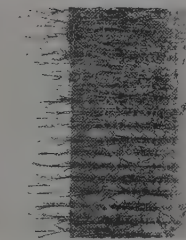
2



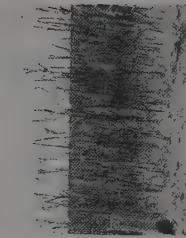
3



4



5



珪酸以外の土壤無機主成分の 微量定量法に就て

技師 鹽入 松三郎

永原 太郎

緒 論

無機物質の微量分析化學は近來長足の進歩をなし、普通の重量分析と同一の原理に基づく分析法即ち所謂微量重量分析法の操作に據り少量の試料を用ひて容易に數多の成分の分離定量を行ひ得るに至れり。

現今行はるる微量重量分析法の操作は溶液より沈澱を分離する方法によりて之を三種に大別するを得。即ち沈澱を濾器を用ひずして遠心力により分離する方法、沈澱を濾器に移して濾別する方法及び沈澱を沈澱作成容器内に留めて濾別する方法之なり。而して本報告の實驗に用ひたる濾過棒法 (Stäbchen Methode, Beaker Method) の操作は上記第三の方法に屬するものにして F. EMICH 教授の創案にかかれり。本操作法に據る微量分析は所謂ミリグラム法 (Milligramm Verfahren) の範圍に於て之を實施するものとす。

著者(鹽入)は嘗て土壤の懸濁液より限外濾過法によりて收集せる所謂土壤膠質の微量分析を企て、其の 20 mg 内外を分解し、自製せる Donau 白金濾器 [11, 12, 13] を以て珪酸を濾過定量し、其の濾液の分析に對し濾過棒法を選用了鐵、チタン、アルミニウム等の分析を實施せり(未發表)——土壤膠質は其の組成土壤及び岩石に近似せるを以て前者の分析法は後者と同一なり——而して濾過棒法に據る岩石及び礦物の分析に關しては Beryllium-Silicate-Rocks に對する BENEDETTI-PICHLER & SCHNEIDER [4], THURNWALD & BENEDETTI-PICHLER [27, 28] の研究、Morogoro-Uraninit に對する HECHT [15] の研究等ありと雖、土壤岩石等の一般に關する濾過棒法に據る分析方法に就きては未だ研究業績の發表

せられたるものなきが如し。仍て著者等は分析成分として土壤岩石等の主成分なる鐵、チタン、アルミニウム、マンガン、カルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウム及び磷酸を選び、精製せる化學藥品を試料として實驗を行ひ、土壤膠質 20—30mg 中に存在可能なる量に於ける上記諸成分の分離定量法を立案せり。而して濾過棒法の操作は秤量に Kuhlmann 微量天秤(秤量 20g, 感量 1 μ g)を使用する事を前提として案出せられたる方法なるも、定量すべき成分の秤量形態(Wägungsform)の分子量の大なる場合若くは分離せる沈澱を容量分析法に據つて處理し得る場合に於ては、試料の秤取に差支無き限り微量天秤を使用するに及ばざるは言を俟たず。仍て微量天秤を設備せざる實驗室に於ても著者等の試みたる分析法の利用を可能ならしめんが爲に、分離せる沈澱の定量に微量天秤を必要とする成分(チタン及びナトリウム)に對しては之を必要とせざる定量法をも指示せり。從て著者等の試みたる分析法に據れば普通の化學天秤及びマイクロビュレットを用ひてミリグラム法の範圍に屬する微量分析を遂行し得べし。

尙ほ本分析法は之に僅少の變改を加ふれば植物灰分、水等の分析に適用し得るが故に農藝化學實驗に於ける無機成分の定量に應用し得る範圍決して狭小ならざるべし。

實驗方法の要領

分析試料としては Merck 製若くは Kahlbaum 製の純化學藥品を正規の方法によりて更に精製したるものを使用し、試藥用藥品は純品を選擇し、更にその大多數は正規の方法によりて之を精製し、純度を試験して分析に差支無きことを確めたる上使用せり。

著者等は分析方法を決定するに際し、先づアンモニア法に據り分析成分を(1)鐵、チタン、アルミニウム及び磷酸と(2)マンガン、カルシウム、マグネシウム、カリウム及びナトリウムとの二群に分ち得るものと假定し、之等箇々の成分の定量法及び類縁成分の分離法につき濾過棒法の操作に適する方法を選擇して實驗を行ひ、而してその實驗の結果を基礎として分析方法を定め之に就きて檢證分析を行ひたり。

濾過棒法に據る微量重量分析の操作法の要旨を記述すれば次の如し。即

ち濾器として濾過棒(Saugstäbchen od. Filterstäbchen)と呼ぶる懸垂濾器(Tauchfilter)を使用し、先づ之を沈澱作成容器(Fällungsgefäß)と共に Kuhlmann 微量天秤を用ひて秤量す。次に該容器に試料を入れて沈澱を作り濾過棒を用ひて濾別したる後沈澱を濾器及び沈澱作成容器と共に乾燥若くは灼熱し再び秤量し、其の重量より濾器及び容器の重量を控除して沈澱の量を求む。而して濾過洗滌せる沈澱を容量分析法に據りて定量する場合には之を溶剤にて處理したる後濾器を通して溶液を他の容器に移し然る後滴定を行ふ。

濾過棒法の操作及び之に使用する器具等に就きては EMICH の著書[11, 12, 13]並に HÄUSLER [14], BENEDETTI-PICHLER [2], SCHWARZ VON BERGKAMPF [21]等の報告に詳細なる記載あるも、便宜のため本實驗に關係せる器具、操作並に著者等が本實驗に對し特に考案せる二、三の器具に就きて次に記述せんとす。

實 驗 用 器 具

1) 沈澱作成容器 (Fällungsgefäß)

沈澱を乾燥秤量する場合の沈澱作成容器としてはエナ硬質硝子(Jenaer Gerätglas)管より作りたる長さ 50 mm, 外徑 18 mm, 内容 10 ccm, 重量 6g のマイクロビーカー(Mikrobecher)を用ひ、沈澱を灼熱秤量する場合の容器としては高さ 37 mm, 上部の直徑 30 mm, 底部の直徑 17 mm, 内容 15 ccm, 重量 8g の深型磁製坩堝(Berliner Staatliche Porzellanmanufaktur 製)を使用したり。

2) 濾 過 器

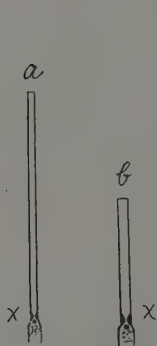
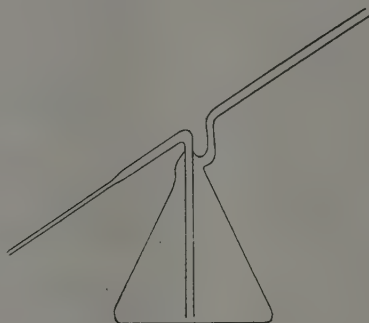
(a) 石綿濾過棒 (Saugstäbchen mit Asbestfilter)

沈澱を乾燥秤量する場合には、エナ硝子燃焼管(Jenaer Verbrennungsröhre)又は硬質硝子管より作りたる全長 70—90 mm, 外徑 2 mm, 頭部(石綿填充部)の長さ 8 mm, その外徑 5 mm, 狹隘部 x の内徑 0.5 mm, 重量 0.5—1g の硝子濾過棒(第 1 圖 a)を用ひ、沈澱を灼熱秤量する場合には石英硝子管より作りたる全長 45 mm, 外徑 3 mm, 頭部の長さ 6 mm, その外徑 5 mm, 狹隘部の内徑 0.5 mm, 重量 0.5—1g の石英濾過棒(第 1 圖 b)を用ひたり。

濾過棒に石綿を填充するには先づ白金箔の薄片を指先にて丸めて小さき塞子を作り之を濾過棒の狹隘部に軽く詰む。次に此の白金塞子上にピンセットを用ひて石綿の粗き纖維を 2—4 mm の厚さに詰め之を吸引装置(後述)に

連結し、2-3 回水を吸引したる後、石綿の微細部の懸濁液を少量宛數回吸引し濾過層を調製す。石綿は Merck のグーチ坩堝用石綿を使用せり。石綿を填充せる濾過棒を清洗するには先づ熱クロム硫酸に 5 分間浸したる後吸引装置に連結し、蒸溜水、熱硝酸、蒸溜水の順序にて充分に吸引洗滌す。

石綿濾過層は數十回の使用に堪えるものにして、沈澱を適宜の溶剤にて溶解し酸及び水にて清洗したる後次の分析に使用する。

第 1 圖 $\times 1/2$ 第 2 圖 $\times 1/2$

(b) エミツヒ磁製濾過棒(Porzellanstäbchen, "Berlin 7B")

本濾器は沈澱を乾燥して秤量する場合のみならず灼熱して秤量する場合にも使用し得。著者等は 鐵、チタン、アルミニウム等の水酸化物、金屬元素の硫化物、鐵のオキシキノリン鹽等を濾過する際に本濾器を用ひたり。之等の沈澱は石綿濾過棒によりても濾過し得るも沈澱の量が多きときは其の操作に稍困難を伴ふを免れず。

3) 洗 滌 壺

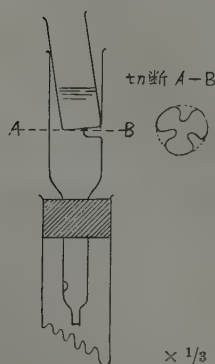
内徑はほ 0.5 mm の細き射出管を有する内容ほ 70 ccm の硬質硝子製小洗滌壺(第 2 圖)を使用したり。

4) 重 湯 煎

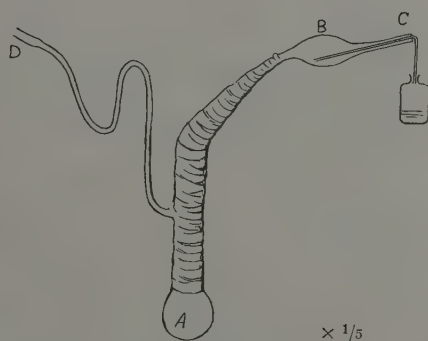
フラスコに硝子製の附屬器(第 3 圖)[12, 13]を取りつけ重湯煎として使用したり。

5) 液體試薬の蒸溜器

試薬用の鹽酸、硝酸、硫酸を蒸溜精製するには第4圖に示せる著者(鹽入)の考案にかかるエナ硬質硝子製蒸溜器を使用したり。同器は圖示せる如く其の外部を石綿紙にて包む。Dより蒸溜すべき液7-8ccmをA(内容略15ccm)に入る。突沸を防ぐためにAに數個の白金線の小片を入れ、直接にブンゼン燈の小焰にて熱するか、或は間接にニッケル板にて作れるラヂエーター[17](高さ70mm, 上部の直径70mm, 底部の直径50mm)を用ひて加熱し蒸溜を行ふ。B及びC部を布片にて覆ひ、布片の末端を水に浸してB及びC部を冷却し溜液をBに集む。最初の溜液はほほ1ccmは硝子の毛細管にて作りたるサイフオンを用ひて除去す。更に2-3回溜液をAに戻してB及びCを清洗したる後溜液を清淨なるサイフオンにより小試薬壺に移す。ラヂエーターを使用すれば鹽酸(約20%)及び濃硝酸は沸騰するこなく速に蒸溜す。本蒸溜器は石英硝子にて作れば一層良好なるものなり。



第3圖



第4圖

6) 微量天秤

天秤は Kuhlmann 微量天秤(秤量20g, 感量1 μ g)を使用したり。

7) 滴定用ビュレット

ビュレットは Bang 微量ビュレット(内容2ccm, 度盛0.01ccm)を用ひたり。而して滴管の尖端を引延し一滴の大きさを約0.02ccmにせり。

實驗操作

1) 沈澱作成容器及び濾過棒の秤量

沈澱作成容器及び濾過棒を秤量するには先づ之を清洗し、後に沈澱を乾燥若くは灼熱する際と同溫度にて乾燥若くは灼熱す。

沈澱を乾燥して秤量する場合には、濾過棒を沈澱作成容器に入れ容器の外部を清淨なる麻布にて拭いたる後アルミニウム板を以て適宜の形狀に作れる臺上に横たへ所定溫度(通常 100—140°C)の乾燥器に入る。水滴の沸騰を避くるため最初の 5—10 分間は乾燥器の扉を開きたるまま稍低溫にて乾燥し、水滴の消失せる後扉を閉ぢ所定溫度にて約 15 分間乾燥す。次に之を乾燥器より取出し天秤室に運び濾過棒を入れたるままにて容器の外部を濕れるフランネル片、次に二枚の鹿皮片にて拭ひ小銅圓板(直徑 40mm, 厚さ 5mm)上或はアルミニウム線にて作れるビーカー架臺に載せ天秤の傍に約 20 分間放置す。次に之をニッケル線又はアルミニウム線を曲けて適宜の形狀に作りたる坩堝ビンセットを用ひて天秤の皿上に載せ 10 分間扉を開きたるまま放置す。然る後扉を閉ぢ 5 分後 2mg まで正確に秤量す。

沈澱作成容器及び濾過棒を灼熱して秤量する場合には、先づ上述の方法に據りて磁製坩堝及び濾過棒を乾燥し、之を磁器管又は石英硝子管にて作りたる三角に載せテクルバーナーの焰上にて、又は素燒の磁製坩堝蓋に載せて電氣坩堝爐中にて 10 分間灼熱せる後火焰を徐々に消し或は電流を切りて約 5 分間其の儘放置す。次に濾過棒を入れたるまま坩堝を前記の坩堝ビンセットを用ひて磁製三角又は前記の小銅圓板上に載せ、硝子鐘下にて 10—15 分間冷却したる後、乾燥剤を入れざる小デシケーター中に移し天秤室に運び、小銅圓板上に移し天秤の傍に靜置す。約 20 分間放冷したる後天秤皿上に載せ前記の如く秤量す。

2) 試料の秤取

固體試料を秤取するには、天秤皿上に沈澱作成容器及び濾過棒を別々に横たへ豫め秤量したる後試料を小刀にて掬ひて容器に移し再び秤量す。秤取し終ればビンセットにて濾過棒を清淨なる時計皿の上に移し、次いで沈澱作成容器内の試料の溶解操作に移る。液體試料を採取するには、Pregl の

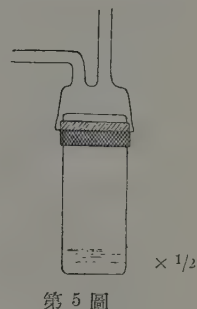
マイクロビベット(Mikroauswaschpipette)[20]を使用し溶液を吹き落したる後ビベットの上端より数滴の蒸溜水を滴加しその内壁に残留せる溶液を洗落す。若し液體試料を重量により秤取する必要あらば豫め秤量せる沈澱作成容器に試料を採り普通の化學天秤を用ひて秤量す。但しこの際には秤量中に液の蒸發するを防ぐために容器を時計皿にて覆ひて秤量す。

3) 試料の溶解及び沈澱の作成

試料の溶解及び沈澱の作成はマクロ分析の方法に準じて行ふ。

液體試薬を添加するには(若し試薬混濁せる場合には豫め石綿濾過棒を以て濾過す)その量に應じ小ビベット或は長さ略 10 cm, 内徑 1—2 mm の硝子細管を用ひて滴加す。

瓦斯狀試薬を常壓の下に溶液に吸収せしむるには瓦斯を硝子の細管によりて直接容器内の液面に吹きつく。また之を加壓の下に吸収せしむるには著者等は次の如く考案せり。即ち瓦斯導入管及び排出管を附したる硝子蓋を第 5 圖に示せる如く太きゴム管にてマイクロバーカーに嵌合せ、瓦斯導入管を瓦斯發生器に連結し暫時瓦斯を通じ空氣を排除したる後排出管を閉ぢ、時々容器を振盪しつつ瓦斯を溶液に吸収せしむ。



沈澱作成容器中の溶液を熱するには前記の重湯煎を用ひ、煮沸するにはブンゼン燈にて加熱せるアルミニウム板上に載せて熱するか、或は容器を指間に挟み軽く振盪しつつマイクロバーカーの小焰上にて直接加熱す。

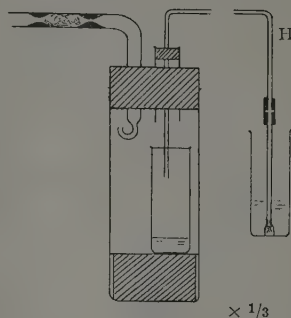
溶液を濃縮するには沈澱作成容器を前記の重湯煎に載せ、脱脂綿にて濾過せる空氣(必要あらば豫め適當なる吸収剤にて洗滌す)を硝子の細管(内徑 2—3 mm)を通して液面に吹きつけ蒸發を促進せしむ。本操作は塵埃の混入するを防止する爲に直徑 20 cm 内外の時計皿の下にて行ふを可す。

溶液を攪拌するには容器を指間に挟みて振盪す。

沈澱作成容器中の溶液を他の沈澱作成容器に移すには前記 Pregl のマイクロビベット狀の硝子管を用ひて溶液を他の容器に移したる後、最初の容器の内壁を 4—5 滴の水にて洗滌し洗液を同様に硝子管を用ひて移す。この操作を數回反覆し溶液を完全に移し了りたる後水にて硝子管の内壁を洗落す。

4) 沈澱の濾過及び洗滌

沈澱を濾過洗滌するには第6圖に示す如く装置す。即ち先づ濾過棒を清淨なるゴム管を以て外径2mm, 内径1mm内外の硝子U字管Hに連結し、吸引ポンプの強さを調節しつつ母液を吸引濾過す。石綿濾過棒を使用する場合には石綿の小片の飛散するを防ぐため、豫め一滴の蒸溜水又は洗滌液を以て濾過層を濕したる後U字管に連結す。沈澱を洗滌するには先づ容器を僅かに下げ、濾過棒を1—2滴の洗滌液を以て洗ひたる後沈澱容器を吸引装置より離して指間に挾持し斜に傾けて靜かに廻し



第6圖

つつ4—5滴の洗滌液を容器の上縁に滴加して内壁を洗滌し洗液を吸引濾過す。沈澱の洗滌は通常4—5回行へば充分なり。最後に濾過棒をU字管より取り離し容器の外側を麻布にて拭ひたる後アルミニウム板を以て作れる臺上に横たへ乾燥器に入れ乾燥す。

再沈澱を行はんがため、或は容量分析法を行はんがために、濾過洗滌せる沈澱を溶解して溶液となすには次の如くす。即ち濾過棒をU字管より取離し之を沈澱容器に入れ溶剤を添加し、次に靜かに濾過棒にて攪拌し、必要あらば加熱して沈澱を溶解す。然る後再び濾過棒をU字管に連結し、水或は溶剤を洗滌液として上述の沈澱の濾過洗滌法に準じて操作す。

5) 沈澱の秤量法

沈澱は沈澱作成容器及び濾過棒と共に之を乾燥若くは灼熱したる後秤量す。其の操作は前記の沈澱作成容器及び濾過棒の秤量法と同様なり。

鐵、チタン、アルミニウム及び磷酸の定量

酸性溶液よりアンモニア法若くは醋酸曹達法に據りて沈澱として分離せらるる成分即ち鐵、チタン、アルミニウム及び磷酸の分離定量は、岩石分析に普通用ふるが如き方法を濾過棒法に據つて實施せんとするときはその操作に種々の困難を伴ふを免れず。仍て微量法に適する方法を選択し、鐵

及びアルミニウムに對してはオキシキノリン法を、チタンに對してはクッペロン法及びオキシキノリン法を、また磷酸に對してはLieb法を試みたり。而して之等の方法の中、鐵の定量法はBENEDETTI-PICHLER & SCHNEIDER [4]によりて、アルミニウムの定量法は(醋酸ナトリウムを加へたる醋酸酸性液にて)BENEDETTI-PICHLER [3]によりて、又磷酸の定量法はTHURNWALD & BENEDETTI-PICHLER [27, 28]によりて濾過棒法を用ひて既に實施せられたり。但しBENEDETTI-PICHLER & SCHNEIDERの鐵定量法は弱醋酸酸性液にて鐵を沈澱せんとするものにして、氏等の方法にてはアルミニウムの共存せざる場合には鐵はその沈澱の微細なるが爲に濾別困難なりと謂ふ。

著者等は以上の實驗を行ひたる後、鐵、チタン、アルミニウムの分離法に對しSchwarz von Bergkampffマクロ法[22]を選択し、先づ鐵を酒石酸鹽硫化アンモン法により、チタンをクッペロン法により、最後にアルミニウムをオキシキノリン法によりて順次に分離せるに満足すべき結果を得たり。但し著者等は鐵の定量法に對しては原法に變更を加へ、濾別したる硫化鐵の沈澱を更に鹽酸に溶解し鐵をオキシキノリン鹽として定量せり。

クッペロンに據るチタンの定量法は沈澱を灼熱して酸化チタンとして秤量するを以て其の秤量形態の分子量が小なるの不利あり。然るに金屬元素のオキシキノリンに據る定量法は其の秤量形態の分子量大なるのみならず、沈澱を容量分析に據りても正確に定量し得るを以て微量法に頗る適當せり。而してSchwarz von Bergkampff法に於てチタンの定量にオキシキノリン法を適用するには次の如く行ふ。即ちチタンのクッペロンに據る沈澱を石綿の代りに濾紙纖維を填充せる硝子濾過棒を以て濾過し、濕潤なる沈澱に濃硝酸を含む濃硫酸を加へ之を濾紙纖維と共に加熱分解しその溶液に就きオキシキノリン法に據りチタンを定量す。之に關する實驗成績は本報文には記載を省略せるも該法は微量天秤を設備せざ場合に代用法として適當す。

磷酸は本報告の分析條件にてはSchwarz von Bergkampff法に據りて何れの部分にも沈澱せられざるを以て、アルミニウムを分離せる最後の濾液より定量せり。但し試料にジルコニウムを含む場合には磷酸の一部はクッペロンに據りチタン及びジルコニウムと共に沈澱するを以て、斯かる試料にては著者等の方法による磷酸の定量結果は其の値の稍低きを免れざるべし。

以下本實驗に用ひたる 鐵、チタン、アルミニウム及び磷酸の定量法並に其の成績を記述せん。

1) 鐵 の 定 量

鐵の定量法は Berg マクロ法[8]に準ず。分析試料として $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 5—15mg をマイクロビーカーに秤取し水略 0.5cc を加へて溶解し、濃硝酸 1—2 滴を加へ加熱して鐵を酸化せる後アンモニア水にて中和す。次に鹽酸(1:1) 1—2 滴を加へて沈澱を溶解し水を加へて液量を略 1ccm となし、醋酸(略 8.5n) 1ccm 及び醋酸曹達(略 4.3n) 1ccm を加へ重湯煎上にて溫め振盪しつつ 5% オキシキノリン醋酸溶液の過剰を滴加し、青黑色の鐵のオキシキノリン鹽を沈澱せしめ、尚ほ暫時同溫度にて溫めたる後エミッヒ磁製濾過棒を用ひて濾過し、水にて洗液の無色となるまで洗滌す。沈澱を 120°C にて 15 分間乾燥し鐵を $\text{Fe}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$ (Fe_2O_3 に對する係數 = 0.1636) として秤量す。

鐵を容量法に據りて定量するには次の如くす。即ち上述の方法によりて濾過洗滌せるオキシキノリン鹽の沈澱を 8—10% 鹽酸に加熱溶解し、小三角壺に濾込み 8—10% 鹽酸を以て 4—5 回洗滌す。斯くして得たる溶液に更に 8—10% 鹽酸を加へ液量を略 10ccm (Fe_2O_3 略 3.5mg に對し)となし、之に 50% 磷酸液 0.5ccm を添加したる後、滴定法(マンガン定量の項参照。但し逆滴定に際し添加する沃化カリウムの量は 0.1n 液 1ccm とす)により定量す。(1ccm $\frac{1}{30} \text{KBrO}_3 + \text{KBr} = 0.2216 \text{mg Fe}_2\text{O}_3$)

[試薬] 5% オキシキノリン醋酸溶液。武田製 o-Oxychinolin 0.5g を氷醋酸 1.2g に少しく溫めて溶解し、水を加へて 10ccm となし、石綿濾過棒にて不溶物を濾別す。本試薬は保存に耐ふ。

定量結果は第一表に示せり。

第一表 鐵 の 定 量 Tabelle I. Bestimmung des Eisens.

實驗番號	採取量(mg)	秤量形態	實驗値(mg)	計算値(mg)	
Nr.	Angew. Menge	Wägungsform	Gefunden	Berechnet	$\Delta \mu\text{g}$
	$\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		Fe_2O_3	Fe_2O_3	
1	8.861	$\text{Fe}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	1.788	1.804	-16
2	8.572	"	1.749	1.745	+ 4
3	7.820	"	1.600	1.592	+ 8
4	6.236	"	1.263	1.270	- 7
5	5.200	"	1.061	1.059	+ 2

2) チ タ ン の 定 量

チタンの定量法は Thornton マクロ法 [25, 26] 及び Berg & Teitelbaum マクロ法 [9] に準ず。

[第一法] Thornton 法に據る。試料として Kahlbaum 製 K_2TiF_6 より既知の方法 (HILLEBRAND & LUNDELL: Appl. Inorg. Analysis, New York, 1929, p. 458) によりて調製したるチタンの鹽酸溶液の一定量 (TiO_2 0.2—1.0 mg を含む) を磁製坩堝に取り、水を加へて全液量を 2 cc となし、硫酸 (1:1) 0.2 cc 及び酒石酸略 10 mg を加へ、氷水にて冷却し、氷水にて冷却せる 6% クッペロン液を直ちに消滅する白色の微細なる沈澱の生ずるに至るまで振盪しつつ滴加しチタンの黄色クッペロン鹽を沈澱せしむ。沈澱を石英濾過棒にて濾過し、7—8 回鹽酸 (1:10) にて洗滌したる後乾燥灼熱し酸化チタン (TiO_2) として秤量す。

[試薬] 6% クッペロン液。Kahlbaum 製 Kupferron (Nitrosophenylhydroxylamin Ammonium) 0.06 g を水 1 cc に溶解し石綿濾過棒にて不溶物を濾別す。但し本試薬は保存に耐へざるを以て使用直前に調製するものとす。固體クッペロンは冷暗所に保存するを要し、尙ほ炭酸アンモンの結晶を紙片にて包み壺栓より懸垂しておくを可とす。

[第二法] Berg & Teitelbaum 法に準じて行ふ。上記のチタン鹽酸溶液をミクロビーカーに採り水を加へて液量を略 3 cc となし、酒石酸 10—20 mg (錯鹽を作るに充分なる量) 及び醋酸ナトリウム略 10 mg を加へ、フェノールフタレインを指示薬としてアンモニアにて中和したる後水醋酸 (全液量 10 cc に對し 0.1—0.2 cc) を加へ酸性となす。60°C に溫め振盪しつつ 3% オキシキノリンアルコール溶液を上澄液の黄色になるまで滴加す。10 分間煮沸して黄色のチタンのオキシキノリン鹽を粗粒になしたる後之を石綿濾過棒にて濾過し熱水を以て洗液の無色なるに至るまで洗滌す。110°C にて 15 分間乾燥しチタンを $TiO(C_9H_6ON)_2$ (TiO_2 に對する係數 = 0.2270) として秤量す。

チタンを容量法に據りて定量するには上述の如くして濾過洗滌せるオキシキノリン鹽の沈澱を濃鹽酸に溶解して濾過せる後、濾液を稀釋して鹽酸の濃度を 8—10% となしマンガンの定量法 (同項参照) に準じて定量す。 (1 cc $\frac{1}{30} KBrO_3 + KBr = 0.3331$ mg TiO_2)

[試薬] 3% オキシキノリンアルコール溶液。武田製 o-Oxychinolin 0.3 g を

96% アルコール 10 ccm に溶解し石綿濾過棒にて不溶物を濾別す。本試薬は 6—10 日間保存し得。

第一法及び第二法に據る定量結果は第二表に示せり。

第二表 チ タ ンの 定 量 Tabelle II. Bestimmung des Titans.

實驗番號 Nr.	採 取 量(ccm) Angew. Menge TiO ₂	秤 量 形 態 Wägungsform	實 驗 値(mg) Gefunden TiO ₂	計 算 値(mg) Berechnet TiO ₂	Δμg
1	0.282	TiO ₂	0.606	0.606	± 0
2	0.564	TiO ₂	1.212	1.212	± 0
3	0.564	TiO ₂	1.213	1.212	+ 1
4	0.282	TiO(C ₉ H ₆ ON) ₂	0.607	0.606	+ 1
5	0.564	TiO(C ₉ H ₆ ON) ₂	1.212	1.212	± 0

備 考 (Bemerkung): 1—3.....Kupferon-Verfahren, 4—5.....Oxychinolin-Verfahren.

3) アルミニウムの定量

アルミニウムの定量法は Berg マクロ法 [7] に準ず。試料として $\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 10—40 mg をマイクロビーカーに採り水略 3 ccm 及び鹽酸 (1:1) 1—2 滴を加へて溶解し、水酸化アルミニウムの沈澱するを防ぐに充分なる量の酒石酸 (Al_2O_3 の 3—4 倍に相當する量) 及び鹽化アンモン 0.15—0.30 g を加へアンモニアにて中和す。次に溶液を約 70°C に溫め、振盪しつつ 5% オキシキノリン醋酸溶液 (鐵の定量の項参照) を上澄液の橙黄色となるに至るまで滴加して黄色のアルミニウムのオキシキノリン鹽を沈澱せしむ。次に濃アンモニア水 0.015—0.03 ccm を加へ更に 5 分間溫む。石綿濾過棒を以て濾過し、溫水にて洗液の無色となるまで洗滌したる後 120—140°C にて 15 分間乾燥し、アルミニウムを $\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$ (Al_2O_3 に對する係數 = 0.1109) として秤量す。

アルミニウムを容量法に據り定量するには上述の如くして濾過洗滌せるオキシキノリン鹽の沈澱をアルコールと濃鹽酸の等量混合液に溶解し、濾

第三表 アルミニウムの定量 Tabelle III. Bestimmung des Aluminiums.

實驗番號 Nr.	採 取 量(mg) Angew. Menge $\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	秤 量 形 態 Wägungsform	實 驗 値(mg) Gefunden Al_2O_3	計 算 値(mg) Berechnet Al_2O_3	Δμg
1	30.518	$\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	3.437	3.430	+ 7
2	26.723	"	3.003	3.004	— 1
3	15.964	"	1.808	1.794	+ 14
4	11.568	"	1.298	1.300	— 2
5	9.101	"	1.032	1.023	+ 9

過せる後稀釋して鹽酸の濃度を 8—10% となしマンガンの定量法(同項参照)に準じて定量す。(1 ccm $\frac{\text{mg}}{100}$ $\text{KBrO}_3 + \text{KBr} = 0.1417 \text{ mg Al}_2\text{O}_3$)

定量結果は第三表に示せり。

4) 鐵、チタン、アルミニウムの分離定量

鐵、チタン、アルミニウムの分離及び定量法は Schwarz von Bergkampff マクロ法[22]に準ず。試料として $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 5—15 mg, $\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 10—40 mg, チタンの鹽酸溶液(TiO_2 0.2—1.0 mg を含む)をマイクロビーカーに採り、鹽酸(1:1)1—2 滴及び水を加へ液量を略 2.5 ccm となし、酒石酸 20—30 mg ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5$ の 4 倍以上)を添加し(原著者は Fe_2O_3 0.083 g, TiO_2 0.018 g, Al_2O_3 0.070 g を含む液 200 ccm に對し 1 g の酒石酸を用ひたり)アンモニアにて中和し、硫酸(1:10) 0.12 ccm を加へて酸性となし(原著者は液量を略 200 ccm となし硫酸(1:1)1—2 ccm を加へたり)硫化水素を通じて鐵を還元す。次にアンモニア水(1:3)略 0.2 ccm を加へ明アルカリ性となし(原著者は液量 200 ccm に對しアンモニア水略 30 ccm を加へたり)再び加壓の下に硫化水素を 1—2 分間通じて鐵を硫化鐵として沈澱せしめ、暫時靜置せる後エミヒ磁製濾過棒にて濾過し、硫化アンモンの少量を含む水にて洗滌す。鐵を定量するには原著者の方法(硫化鐵を灼熱し酸化鐵として秤量す)を變更し、前記の Berg のオキシキノリン法に據りたり。即ち硫化鐵の沈澱を少量の稀鹽酸に溶解し、暫時加熱せる後マイクロビーカーに濾込み水にて洗滌す。濾液に濃硝酸 1—2 滴を加へ加熱して鐵を酸化したる後鐵の定量の項に於けると同様に處理してオキシキノリンによりて鐵のオキシキノリン鹽を沈澱せしむ。沈澱は濾過洗滌したる後乾燥秤量するか、或は 8—10% 鹽酸に溶解し滴定して鐵を定量す。硫化鐵を分離せる濾液は磁製坩堝に集め氷水にて冷却しつつ(原法にては流水にて冷却す)、硫酸(1:1) 0.5 ccm を加ふ(加ふべき硫酸の $\frac{1}{4}$ 量即ち 0.13 ccm を添加せし時 Merck の Universalindikator に對し已に反應の酸性となるを要し、若し斯くして酸性とならざる場合は鐵を沈澱する際アンモニア水の添加量過剰なりしものにして、チタンの分離に際し酸の濃度不足する故に硫酸添加量を増加する要あり。溶液は略 5 ccm となる)。溶液を振盪しつつ、氷水にて冷却したる 6% クッペロン液(チタンの定量の項参照)を再減する微細なる白色沈澱の生ずるまで滴加して黄色のチタンのクッペロン鹽を沈

澱す。沈澱を石英濾過棒にて濾過し 7—8 回鹽酸(1:10)にて洗滌したる後乾燥灼熱し TiO_2 として秤量す。チタンを分離せる濾液はアンモニア水を加へ(原著者は原液 200 ccm に對しアンモニア水約 100 ccm を用ひたり)アルカリ性となしたる後加熱し(この際溶液は透明なるを要す)、 70°C に於て振盪しつつ 5% オキシキノリン 醋酸溶液(鐵の定量の項参照)を加へ(原著者は Al_2O_3 0.07g に對し 5% オキシキノリン 醋酸溶液 30 ccm を用ふるを可とすと記載せり)アルミニウムのオキシキノリン鹽を沈澱せしむ。更に 5 分間同溫度にて温めたる後沈澱を濾過し、温水にて洗液の無色となるに至るまで洗滌し $130-140^\circ\text{C}$ にて 15 分間乾燥したる後秤量してアルミニウムを定量す。

定量結果は第四表に示せり。

第四表 鐵、チタン、アルミニウムの分離定量
Tabelle IV. Trennung und Bestimmung von Eisen, Titan und Aluminium.

實驗番號 Nr.	採取量(mg) Angew. Menge	秤量形態 Wägungsform	定量成分 Gesucht	實驗値(mg) Gefunden	計算値(mg) Berechnet	Δ µg
1	$\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 12.134	$\text{Fe}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	Fe_2O_3	2.463	2.470	- 7
	TiO_2 0.606	TiO_2	TiO_2	0.602	0.606	- 4
	$\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 23.065	$\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	Al_2O_3	2.591	2.593	- 2
2	$\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 4.527	$\text{Fe}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	Fe_2O_3	0.929	0.922	+ 7
	TiO_2 0.243	TiO_2	TiO_2	0.245	0.243	+ 2
	$\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 30.518	$\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	Al_2O_3	3.437	3.430	+ 7
3	$\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 3.126	$\text{Fe}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	Fe_2O_3	0.628	0.636	- 8
	TiO_2 0.606	TiO_2	TiO_2	0.604	0.606	- 2
	$\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 8.397	$\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	Al_2O_3	0.955	0.944	+ 11
4	$\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 8.322	$\text{Fe}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	Fe_2O_3	1.700	1.694	+ 6
	TiO_2 0.303	TiO_2	TiO_2	0.310	0.303	+ 7
	$\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 27.140	$\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	Al_2O_3	3.048	3.051	- 3
5	$\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 7.025	$\text{Fe}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	Fe_2O_3	1.420	1.430	- 10
	TiO_2 0.202	TiO_2	TiO_2	0.201	0.202	- 1
	$\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 26.580	$\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$	Al_2O_3	2.980	2.982	- 2

5) 磷酸の定量

磷酸の定量法は Lieb ミクロ法 [20] に據る。試料として $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 0.5—2 mg をマイクロビーカーに秤取し水 2.6 ccm を加へて溶解し、硫酸含有硝酸 0.4 ccm を加へ沸騰水に浸して加熱したる後振盪しつつ液の中央に硫酸モリブデン液 3 ccm を注加し、3 分間放置後 30 秒間振盪す。1—2 時間靜置せる後沈澱を石綿濾過棒にて濾過し 2% 硝酸アンモン液にて 4—5 回、最後にアセトンにて 2 回洗滌す。沈澱は水銀柱 100 mm 以下の低壓にて室温に約 30 分間放置

したる後リンモリブデン酸アンモン (P_2O_5 に對する係數 = 0.0333) として秤量す。

[試薬] 磷酸の定量に用ふる試薬の調製法を示せば次の如し。

(i) 硫酸モリブデン液 (Sulfat-Molybdänreagens)。 (a) 液—硫酸アンモン 5g を硝酸 (比重 1.36) 50 ccm を以て 100 ccm フラスコ中にて溶解せしむ。 (b) 液—細粉せるモリブデン酸アンモン 15g を磁製皿に採り、沸騰水 40 ccm を加へ攪拌して溶解し、少量の水を用ひてフラスコに移入し室温に放冷す。 (b) 液を (a) 液に細流狀となして注ぎ、水を加へて 100 ccm となし、2 日間靜置したる後濾過す。本試薬は褐色壘に入れ暗所に貯ふ。

(ii) 硫酸含有硝酸 (Schwefelsäurehaltige Salpetersäure)。硫酸 (比重 1.84) 3 ccm を硝酸 (比重 1.19—1.21) 100 ccm に加ふ。

(iii) 2% 硝酸アンモン液。硝酸アンモン 2g を水 100 ccm に溶解す。溶液が微酸性を呈せざる時は硝酸 (1000 ccm に數滴の割合) を加へて酸性となす。

(iv) アセトン。中性なるを要し、且つ $60^\circ C$ 以上にて沸騰する部分及びアルデヒドを含むべからず。本品は褐色壘中に貯ふ。

定量結果は第五表に示せり。

第五表 磷酸の定量 Tabelle V. Bestimmung des Phosphors.

實驗番號 Nr.	採取量(mg) Angew. Menge	秤量形態 Wägungsform	實驗値(mg). Gefunden P_2O_5	計算値(mg) Berechnet P_2O_5	Δ μg
1	2.018	Amm-Phosphomolybdat	1.081	1.085	- 4
2	1.238	"	0.672	0.666	+ 6
3	0.862	"	0.463	0.463	± 0
4	0.324	"	0.169	0.174	- 5
5	0.186	"	0.102	0.100	+ 2

マンガン、カルシウム、マグネシウム、

カリウム及びナトリウムの定量

アンモニア法に據り鐵、チタン、アルミニウム及び磷酸を沈澱として分ちたる濾液中の成分、即ちマンガン、カルシウム、マグネシウム、カリウム及びナトリウムの分離定量法に就きては、豫め箇々の成分の定量法を選擇吟味したる後、普通の岩石分析に於ける如く之等成分を順次に分離する方法を採用せり。即ち先づマンガンを硫化アンモン法に據り硫化マンガン

として(マンガンは硫化マンガンを鹽酸に溶解しオキシキノリン法に據り定量す)、カルシウムを醋酸カルシウムとして、次にマグネシウムをオキシキノリン鹽として順次に分離し、最後にカリウム及びナトリウムを定量す。

カリウムの定量には鹽化白金法を採用せり。該法は之を實施するには豫め硫酸鹽を鹽化物に變ずるを要するの煩ありと雖、容量法に據りても分析を遂行し得るのみならずカリウムを分離せる後濾液より容易にナトリウムを定量し得るの便あり。

ナトリウムの定量には常法の如く鹽化物としてカリウムと共に之を定量したる後カリウムの定量結果を用ひて間接に算出する方法を採用せり。尙ほ微量天秤を用ひざる場合に備へんが爲に、BARBER & KOLTHOFF [1] の方法に準じてナトリウムを分子量の頗る大なる $(\text{UO}_2)_3\text{ZnNa}(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ として定量する方法を試験したるに満足すべき結果を得たり。而して該法を著者等の分析法に適用するには、カリウムを鹽化白金法に據りて分離したる濾液より Bunsen 法 [17] に據りて白金を除き、その濾液に就きナトリウムの定量を行ふものとす。

而して著者等の採用したる定量法の中、カルシウムの定量法はBENEDETTI-PICHLER [2] 及び HÄUSLER [14] により、マグネシウムの定量法は(酒石酸鹽を加へ、ベリリウムの存在に於て) BENEDETTI-PICHLER & SCHNEIDER [4] により、カリウムの重量分析に據る定量法は HÄUSLER [14] によりて濾過棒法を用ひて既に實施せられたり。

以下本實驗に用ひたるマンガン、カルシウム、マグネシウム、カリウム及びナトリウムの定量法並に其の成績を記述せん。

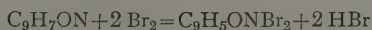
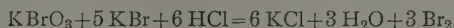
1) マンガンの定量

マンガンの定量法は Berg マクロ法 [8] に準ず。試料として $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1—3 mg をマイクロビーカーに秤取し水 2 ccm, 鹽酸 (1:1) 1—2 滴を加へて溶解し、醋酸ナトリウム 5—10 mg (Mn 1 mg に對し醋酸ナトリウム 20—40 mg) 及び少量の亞硫酸を添加す。フェノールフタレインを指示薬とし液の赤色となるに至るまで稀アンモニア水を加へ、次に赤色の消ゆるまで稀醋酸を滴加す。60—70°C に温めたる後振盪しつつ 2% オキシキノリンアルコール溶液(チタンの定量の項参照)を上澄液の黄色となるまで滴加して煮沸す。更に 10—15 分間

重湯煎上にて温め結晶状となれる黄色のマングンのオキシキノリン鹽 $[\text{Mn}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ を石棉濾過棒にて濾過し、温水にて洗液の無色となるに至るまで洗滌す。マングンのオキシキノリン鹽は乾燥に際し分解し易き故に滴定法に據り定量す。即ち沈澱を 8—10% 鹽酸に溶解し洗液として同濃度の鹽酸を用ひビーカー又は小三角壺に濾込み、低温にてインデゴカルミン或はメチール赤を指示薬として $\frac{n}{30}$ -臭素酸鹽・臭化物溶液を以て滴定を行ふ(インデゴカルミンを指示薬とせる場合には液が青色より緑色を経て純黄色となるまで、又メチール赤を指示薬とせる場合には赤色より純黄色となるまで)。滴定に際しては色の變化が不鋭敏なるを以て略ほ反應の完結したる後(指示薬を加へその色が直ちに褪色すれば反應の完結せることを示す)更に $\frac{n}{30}$ -臭素酸鹽・臭化物溶液の小過剩(略 0.5 ccm)を加へ、次に 20% 沃化カリウム液略 1 ccm を添加したる後(この際遊離せる沃度はデブロム・オキシキノリンとチョコレート色の難溶性沃度加成物を生ずる事あり)直ちに $\frac{n}{50}$ -チオ硫酸ナトリウム液を以て逆滴定を行ふ。即ち沃度加成物の溶解するに至るまで $\frac{n}{50}$ -チオ硫酸ナトリウム液を加へ、次に指示薬として 2% 澱粉溶液數滴を添加し $\frac{n}{50}$ -チオ硫酸ナトリウム液を以て青色の消失するに至るまで滴定を行ふ。かくして滴定に要せし $\frac{n}{30}$ -臭素酸鹽・臭化物溶液の量より逆滴定に要せし $\frac{n}{50}$ -チオ硫酸ナトリウム液の量に相當する $\frac{n}{30}$ -臭素酸鹽・臭化物溶液の量を控除し、次式に據りて酸化マングン (MnO) の量を算出す。

$$1 \text{ ccm } \frac{n}{30}\text{-KBrO}_3 + \text{KBr} = 0.2957 \text{ mg MnO}$$

尚ほオキシキノリンと臭素酸鹽・臭化物との反應を示せば次の如し。



[試薬] オキシキノリンの滴定に用ふる試薬の調製法[5]を示せば次の如し。

(i) $\frac{n}{30}$ -臭素酸鹽・臭化物溶液。Merck 製臭素酸カリウム(熱水より再結して 150°C にて乾燥せるもの) 0.4647 g 及び臭化カリウム略 1.8 g を水に溶解して 500 ccm とす。

(ii) $\frac{n}{50}$ -チオ硫酸ナトリウム液。チオ硫酸ナトリウム 2.484 g を水に溶解し 500 ccm とす。

(iii) 20% 沃化カリウム液。沃化カリウム 2g を水 10 ccm に溶解す。

(iv) 1% インヂゴカルミン (Indigocarmin)。Merck 製 インヂゴカルミン 0.1g を水 10 ccm に溶解す。

(v) 0.2% メチール赤 (Methylrot)。Merck 製 メチール赤 0.1g をアルコール 30 ccm に溶解し水を加へて 50 ccm とす。

(vi) 0.2% 澱粉溶液。Merck 製可溶性澱粉 0.1g を水 50 ccm に加温溶解す。澱粉溶液は時々新たに調製するを要す。

定量結果は第六表に示せり。

第六表 マンガンの定量 Tabelle VI. Bestimmung des Mangans.

實驗番號 Nr.	採取量(mg) Angew. Menge MnSO ₄ ·4H ₂ O	滴定量(ccm) Verbrauch an "/ ₃₀ -KBrO ₃ +KBr	實驗値(mg) Gefunden MnO	計算値(mg) Berechnet MnO	Δμg
1	3.607	3.862	1.142	1.147	- 5
2	2.873	3.054	0.903	0.914	-11
3	0.900	0.954	0.282	0.286	- 4
4	0.805	0.869	0.257	0.256	+ 1
5	0.296	0.318	0.094	0.094	± 0

2) カルシウム及びマグネシウムの分離定量

カルシウム及びマグネシウムを分離定量するには Benedetti-Pichler ミクロ法[2]によりカルシウムを定量し、濾液より Strebing & Reif ミクロ法[24]に準じマグネシウムを定量す。試料として CaSO₄·2H₂O 及び MgSO₄·7H₂O 各々 1—5 mg をマイクロビーカーに秤取し水及び鹽酸 (1:1) 數滴を加へて溶解し液量を略 3 ccm とす。蓚酸略 15 mg を加へ、メチール赤 (アルコール溶液) を指示薬として 10% アンモニア水を滴加し溶液を黄色となしたる後、液の赤色となるに至るまで鹽酸 (1:1) を加ふ。而してこの際溶液は沸騰點近くまで熱したる時透明なるを要し、若し不透明なれば更に鹽酸 (1:1) を少量滴加して沈澱を全く溶解す。次に水を加へ全液量を略 5 ccm とし沸騰點近くまで加熱し、此の溫度に於て溶液の淡黄色となるに至るまで振盪しつつ 1% アンモニア水を滴加し蓚酸カルシウムを沈澱せしむ。1 時間室温に放置したる後石綿濾過棒を以て沈澱を濾過し、水にて 4—5 回、次にアルコールにて 1 回洗滌す。105—110°C にて 15 分間乾燥しカルシウムを CaC₂O₄·H₂O (CaO に對する係數 = 0.3838) として秤量す。

カルシウムを分離せる濾液は之に濃アンモニア水 3 滴を加へて明かにア

ルカリ性となしたる後(若し沈澱を生ずれば少量の鹽化アンモンの結晶を加ふ) 70°C に溫め、2% オキシキノリンアルコール溶液(チタンの定量の項参照)の過剰を加へて綠黄色のマグネシウムオキシキノリン鹽を沈澱せしむ。室温に於て20分間靜置したる後、沈澱は石綿濾過棒にて濾過し、溫稀アンモニア水(1:40)にて溶液の無色となるに至るまで洗滌し(溫水にて洗滌するも可なり)105°C にて15分間乾燥し、マグネシウムを $\text{Mg}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (MgO に對する係數 = 0.1157) として秤量す。

マグネシウムを容量法に據りて定量するには、上記の如くして濾過洗滌せるオキシキノリン鹽を 8—10% 鹽酸に溶解しマンガンの定量法(同項参照)に準じて定量す。(1 ccm $\pi/_{30}$ — $\text{KBrO}_3 + \text{KBr} = 0.1680 \text{ mg MgO}$)

定量結果は第七表に示せり。

第七表 カルシウム及びマグネシウムの分離定量
Tabelle VII. Trennung und Bestimmung von Calcium und Magnesium.

實驗番號 Nr.	採取量(mg) Angew. Menge	秤量形態 Wägungsform.	定量成分 Gesucht	實驗値(mg) Gefunden	計算値(mg) Berechnet	$\Delta \mu\text{g}$
1	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.320	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	CaO	0.424	0.430	— 6
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1.620	$\text{Mg}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	MgO	0.265	0.265	± 0
2	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 2.435	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	CaO	0.789	0.793	— 4
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 7.304	$\text{Mg}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	MgO	1.189	1.195	— 6
3	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 2.171	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	CaO	0.700	0.707	— 7
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1.944	$\text{Mg}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	MgO	0.325	0.318	+ 7
4	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.986	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	CaO	0.642	0.647	— 5
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1.204	$\text{Mg}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	MgO	0.193	0.197	— 4
5	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.202	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	CaO	0.397	0.391	+ 6
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 2.086	$\text{Mg}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	MgO	0.334	0.341	— 7

3) マンガン、カルシウム、マグネシウムの分離定量

試料として $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1—3 mg, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 各々 1—5 mg をミクロビーカーに秤取し、水及び鹽酸(1:1)數滴を加へて溶解し液量を略 2 ccm となし鹽化アンモン略 0.05 g を加ふ(鹽化アンモン既に存在せる時は加ふるを要せず)。メチール赤を指示薬として炭酸を含まざるアンモニア水を以て中和し、更にアンモニア水 1 滴を加へて暫時溫め、振盪しつつ加壓の下に硫化水素を通じ硫化マンガンを沈澱せしめ、尚ほ 1 滴アンモニア水を加へ密栓して約 15 分靜置せる後エミヒ磁製濾過棒を以て濾過し、硫化アンモンの少量を加へたる 2% 鹽化アンモン液にて洗滌す。沈澱を稀鹽酸に溶解し、

暫時加熱したる後マイクロビーカーに濾し込み前記マンガンの定量法によりマンガン定量す。

マンガンを分離せる濾液は之に鹽酸(1:1)を加へて酸性となし加熱す。析出せる硫黄を石綿濾過棒を以て除去したる後、前記カルシウム及びマグネシウムの分離定量法に據り兩成分を定量す。

定量結果は第八表に示せり。

第八表 マンガン、カルシウム、マグネシウムの分離定量
Tabelle VIII. Trennung und Bestimmung von Mangan, Calcium und Magnesium.

實驗番號 Nr.	採取量(mg) Angew. Menge	定量形態 Bestimmungsform	定量成分 Gesucht	實驗値(mg) Gefunden	計算値(mg) Berechnet	Δ ^μ g
1	MnSO ₄ ·4H ₂ O 1.075	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	MnO	0.351	0.342	+ 9
	CaSO ₄ ·2H ₂ O 2.972	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O	CaO	0.960	0.968	- 8
	MgSO ₄ ·7H ₂ O 3.154	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	MgO	0.521	0.516	+ 5
2	MnSO ₄ ·4H ₂ O 3.192	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	MnO	1.006	1.015	- 9
	CaSO ₄ ·2H ₂ O 2.785	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O	CaO	0.916	0.907	+ 9
	MgSO ₄ ·7H ₂ O 6.406	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	MgO	1.041	1.048	- 7
3	MnSO ₄ ·4H ₂ O 1.742	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	MnO	0.558	0.554	+ 4
	CaSO ₄ ·2H ₂ O 4.652	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O	CaO	1.518	1.515	+ 3
	MgSO ₄ ·7H ₂ O 4.925	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	MgO	0.801	0.806	- 5
4	MnSO ₄ ·4H ₂ O 1.783	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	MnO	0.570	0.567	+ 3
	CaSO ₄ ·2H ₂ O 1.897	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O	CaO	0.618	0.618	± 0
	MgSO ₄ ·7H ₂ O 2.977	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	MgO	0.486	0.488	- 2

4) カリウムの定量

カリウムの定量法は Häusler ミクロ法[14]に據る。試料として KCl 水溶液の一定量(K₂O 0.1—0.5 mg を含む)をマイクロビーカーに採り 5% 鹽化白金液の適量を加へ重湯煎上にて濃縮して舍利別狀に至らしめ、冷却後アルデヒド並にアンモニアを含まざる 80% アルコール(容量%) 0.5—1 ccm を加へ、黄色結晶を石綿濾過棒の先端にて碎きたる後之を濾過す。沈澱は 80% アルコールにて 4—5 回洗滌したる後 Benedetti-Pichler の乾燥器 [8, 12, 13] を用ひて常溫に於て乾燥空氣を通じアルコールを揮發せしめ、次に通常の小型乾燥器に移し、130°C にて 15 分間乾燥しカリウムを K₂PtCl₆ (K₂O に對する係數 = 0.1931) として秤量す。

容量法に據りカリウムを定量するには Shohl & Bennett 法[23]に準ず。即ち上述の如くして Benedetti-Pichler の乾燥器を用ひアルコールを驅逐せる鹽化白金カリウムの結晶を 1—2 ccm の熱水に溶解してマイクロビーカーに濾込み、

之に 2n-沃化カリウム液 1 ccm を添加す。次に原法を變更して(原法にてはこの溶液を沸騰點近くにて 3—5 分間加熱す) PETERS & VAN SLYKE の記載[19]に従ひビーカーを 65°C の温水中に 15 分間浸漬して溶液を温む。次に $n/200$ -チオ硫酸ナトリウム液にて溶液の葡萄酒様赤色がレモン・黄色に變ずるを反應の完結點として滴定す。滴定に要せし標準液の量より次式に従ひカリウムの量を算出す。

$$1 \text{ ccm } n/200\text{-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0.2355 \text{ mg K}_2\text{O}$$

[試薬] カリウムの容量分析に用ひたる試薬の調製法は次の如し。

(I) 2n-沃化カリウム液。遊離沃度を含まざる沃化カリウム 3.32 g を水 10 ccm に溶解す。

(II) $n/200$ -チオ硫酸ナトリウム液。チオ硫酸ナトリウム 0.124 g を水に液解し 100 ccm とす。本液は沃素酸カリウムの標準液を以て其の濃度を定む。

定量結果は第九表に示せり。

第九表 カリウムの定量

Tabelle IX. Bestimmung des Kaliums.

實驗番號 Nr.	採取量(mg) Angew. Menge KCl	定量形態 Bestimmungsform	實驗値(mg) Gefunden K ₂ O	計算値(mg) Berechnet K ₂ O	Δμg
1	0.977	K ₂ PtCl ₆	0.609	0.617	- 8
2	0.682	"	0.436	0.431	+ 5
3	0.362	"	0.225	0.229	- 4
4	0.932	"	0.593	0.589	+ 4
5	0.551	"	0.347	0.348	- 1
6	0.268	"	0.168	0.169	- 1

備考 (Bemerkung): 1—3.....重量法(gravimetrisch), 4—6.....容量法(massanalytisch)

5) ナトリウムの定量

ナトリウムの定量は Barber & Kolthoff マクロ法[1]に準ず。試料として NaCl 水溶液の一定量(Na₂O 0.1—0.5 mg を含む)をマイクロビーカーに採り重湯煎上にて蒸發乾涸す。残滓は水 0.1 ccm を加へて溶解し、之に添加水量の 10 倍量即ち 1 ccm の醋酸亞鉛ウラニール液を加へて 10 分間充分に振盪し、30 分間室温に放置後沈澱を石綿濾過棒を以て吸引濾過し、なるべく完全に液を除去せる後、2—3 回醋酸亞鉛ウラニール液 5—6 滴にてビーカーの壁に附着せる沈澱を洗落し、毎回洗液を充分に吸引除去す。次に 4—5 回 95% アルコール

(醋酸亞鉛ウラニル・ナトリウムを飽和せしめたる) 5—6 滴にて速に洗滌し (アルコールを加へたる後容器を振盪すれば沈澱を生じ成績を過大ならしむ)、最後にエーテルにて 2—3 回洗滌せる後沈澱を Benedetti-Pichler の乾燥器を用ひて乾燥空氣を通じつつ常溫にて 5—10 分間乾燥し、 $(\text{UO}_2)_3\text{ZnNa}(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Na_2O に對する係數 = 0.02015) として秤量す。

[試薬] ナトリウムの定量に使用せし試薬の調製法を示せば次の如し。

(i) 醋酸亞鉛ウラニル液。(a) 液—Merck 製醋酸ウラニル ($2\text{H}_2\text{O}$) 10 g 及び醋酸 (30%) 6 g を採り之に水を加へて全量を 65 g とす。(b) 液—Merck 製醋酸亞鉛 ($3\text{H}_2\text{O}$) 30 g 及び醋酸 (30%) 3 g を採り之に水を加へ全量を 65 g とす。(a), (b) 兩液を重湯煎上にて別々に加溫溶解し、兩液を溫時に混和し 24 時間放置して試薬中に夾雜せるナトリウム鹽を完全に析出せしめたる後使用す。若し黄色の沈澱生ぜざる場合には醋酸亞鉛ウラニル・ナトリウムを加へ飽和せしむ。本試薬は使用の直前に良く振盪したる後必要量を濾別して用ふ。本試薬 10 ccm を用ひてナトリウム 8 mg までを定量し得。

(ii) 洗滌用アルコール。95% アルコールに醋酸亞鉛ウラニル・ナトリウムを飽和せしめ使用の直前に濾過して用ふ。

定量結果は第十表に示せり。

第十表 ナトリウムの定量

Tabelle X. Bestimmung des Natriums.

實驗番號 Nr.	採取量(mg) Angew. Menge NaCl	秤量形態 Wägungsform	實驗値(mg) Gefunden Na_2O	計算値(mg) Berechnet Na_2O	$\Delta \mu\text{g}$
1	0.898	$(\text{UO}_2)_3\text{ZnNa}(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.476	0.476	± 0
2	0.600	"	0.320	0.318	+ 2
3	0.202	"	0.103	0.107	+ 1
4	0.191	"	0.103	0.101	+ 2
5	0.117	"	0.060	0.062	- 2

6) カリウム及びナトリウムの分離定量

試料として KCl 及び NaCl 溶液の一定量 (K_2O , Na_2O 各々 0.1—0.5 mg を含む) をマイクロビーカーに採り、5% 鹽化白金液の適量を添加し前述の鹽化白金法に準じてカリウムを定量す。カリウムを分離せる濾液は重湯煎上にて蒸發乾涸し、水略 0.5 ccm を加へたる後 Bunsen 法 [17] に従ひ水素瓦斯にて鹽化白金を分解す。即ち第 5 圖に示せる蓋を付したるビーカーを用ひて瓦斯導

入管をキップ瓦斯發生裝置に連結し水素瓦斯を通じ之をビーカーに充滿せしめたる後瓦斯排出管を閉ぢ、ビーカーを熱水に浸す。還元せられたる白金が凝固して液の透明となるに至るまで振盪しつつ加壓の下に水素瓦斯を吸収せしむ。直ちに白金を石綿濾過棒にて濾過し(炭酸瓦斯にて水素瓦斯を置換する必要を認めざりき)數回水にて洗滌す。次に濾液を重湯煎上にて蒸發乾涸し上述の Barber & Kolthoff 法に據りナトリウムを定量す。

定量結果は第十一表に示せり。

第十一表 カリウム及びナトリウムの分離定量
Tabelle XI. Trennung und Bestimmung von Kalium und Natrium.

實驗番號 Nr.	採取量(mg) Angew.Menge	秤 量 形 態 Wägungsform	定量成分 Gesucht	實驗値(mg) Gefunden	計算値(mg) Berechnet	Δμg
1	KCl 0.540	K_2PtCl_6	K_2O	0.344	0.341	+ 3
	NaCl 0.513	$(UO_2)_3ZnNa(CH_3COO)_9 \cdot 6H_2O$	Na_2O	0.274	0.272	+ 2
2	KCl 0.268	K_2PtCl_6	K_2O	0.171	0.169	+ 2
	NaCl 0.341	$(UO_2)_3ZnNa(CH_3COO)_9 \cdot 6H_2O$	Na_2O	0.183	0.181	+ 2
3	KCl 0.551	K_2PtCl_6	K_2O	0.351	0.348	+ 3
	NaCl 0.307	$(UO_2)_3ZnNa(CH_3COO)_9 \cdot 6H_2O$	Na_2O	0.163	0.163	± 0
4	KCl 0.437	K_2PtCl_6	K_2O	0.281	0.276	+ 5
	NaCl 0.194	$(UO_2)_3ZnNa(CH_3COO)_9 \cdot 6H_2O$	Na_2O	0.104	0.103	+ 1
5	KCl 0.410	K_2PtCl_6	K_2O	0.257	0.259	- 2
	NaCl 0.145	$(UO_2)_3ZnNa(CH_3COO)_9 \cdot 6H_2O$	Na_2O	0.077	0.077	± 0

鐵、チタン、アルミニウム、マンガン、カルシウム、マグネ

シウム、カリウム、ナトリウム及び磷酸の分離定量

以上の實驗結果に基づき之等九成分の分析方法を定め、試料として化學藥品を用ひ下記の如く操作し満足すべき結果を得たり。

分析を實施するに當りては可檢液の稀釋度、試藥の添加量等は固より試料の組成及び用量に依りて定むべきものなるも、土壤膠質若くは造岩礦物(例へば長石)の 20mg 内外に相當せる溶液を試料に供する場合に對する分析方法の實施法を述べれば次の如し。

試料として前記實驗に用ひたる化學藥品をマイクロビーカーに採り水及び鹽酸(1:1)數滴を加へて溶解し全液量を略 3ccm となし、鐵を酸化するため臭素水 2—3 滴を加ふ。溶液は重湯煎上にて温めて過剰の臭素を驅逐せる後鹽化アンモン 0.075g 又は之に相當する量の鹽酸を添加し、メチール赤を指

示薬としてアンモニア瓦斯を含む氣流(炭酸を含まざる)を液面に吹きつけ若くは炭酸を含まざるアンモニア水を滴加して中和し、1—2 分間マイクロバーナー焰にて煮沸後沈澱をエミヒ磁製濾過棒を以て濾過し熱水にて洗滌す。

第十二表 鐵・チタン・アルミニウム・マンガン・カルシウム・マグネシウム・カリウム・ナトリウム及び磷酸の分離定量

Tabelle XII. Trennung und Bestimmung von Fe, Ti, Al, Mn, Ca, Mg, K, Na, P₂O₅

		採 取 量		Angew. Menge (mg)				
實驗番號(Nr.)		(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)	(VII)
FeSO ₄ (NH ₄) ₂ SO ₄ ·6H ₂ O		10.245	9.154	5.186	8.395	16.226	15.156	11.670
TiO ₂		0.606	0.303	0.202	0.202	0.303	0.202	0.202
Al(NH ₄)(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O		31.762	27.986	18.786	29.263	35.605	34.208	29.200
(NH ₄) ₂ HPO ₄		0.972	0.724	0.986	0.303	0.655	0.575	0.404
MnSO ₄ ·4H ₂ O		2.012	1.886	1.789	0.742	1.071	0.956	1.107
CaSO ₄ ·2H ₂ O		1.980	1.543	1.920	1.528	1.601	1.103	1.326
MgSO ₄ ·7H ₂ O		2.720	1.846	1.543	1.591	2.207	1.796	1.996
KCl		0.650	0.550	0.512	0.332	0.337	0.358	0.635
NaCl		0.421	0.380	0.420	0.290	0.339	0.347	0.317

番 號	定 量 形 態(mg)	定量成分	實驗値(mg)	計算値(mg)	Δμg	
Nr.	Bestimmungsform	Gesucht	Gefunden	Berechnet		
(I)	Fe(C ₉ H ₆ ON) ₃	12.867	Fe ₂ O ₃	2.105	2.086	+19
	TiO ₂	0.604	TiO ₂	0.604	0.606	- 2
	Al(C ₉ H ₆ ON) ₃	32.332	Al ₂ O ₃	3.586	3.570	+16
	Amm-Phosphomolybdat	16.246	P ₂ O ₅	0.541	0.523	+18
	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O (2.158ccm)*		MnO	0.638	0.640	- 2
	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O	1.714	CaO	0.658	0.645	+13
	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	3.803	MgO	0.440	0.445	- 5
	K ₂ PtCl ₆	2.124	K ₂ O	0.410	0.411	- 1
	NaCl+KCl	1.081	Na ₂ O	0.229	0.223	+ 6
(II)	Fe(C ₉ H ₆ ON) ₃	11.369	Fe ₂ O ₃	1.860	1.864	- 4
	TiO ₂	0.306	TiO ₂	0.306	0.303	+ 3
	Al(C ₉ H ₆ ON) ₃	28.297	Al ₂ O ₃	3.138	3.146	- 8
	Amm-Phosphomolybdat	11.952	P ₂ O ₅	0.398	0.389	+ 9
	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O (2.012ccm)*		MnO	0.595	0.600	- 5
	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O	1.329	CaO	0.510	0.503	+ 7
	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	2.593	MgO	0.300	0.302	- 2
	K ₂ PtCl ₆	1.762	K ₂ O	0.340	0.347	- 7
	NaCl+KCl	0.928	Na ₂ O	0.207	0.202	+ 5
(III)	Fe(C ₉ H ₆ ON) ₃	6.418	Fe ₂ O ₃	1.050	1.056	- 6
	TiO ₂	0.204	TiO ₂	0.204	0.202	+ 2
	Al(C ₉ H ₆ ON) ₃	18.991	Al ₂ O ₃	2.106	2.111	- 5
	Amm-Phosphomolybdat	16.547	P ₂ O ₅	0.552	0.530	+22
	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O (1.941ccm)*		MnO	0.574	0.569	+ 5
	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O	1.574	CaO	0.604	0.625	-21
	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O	2.161	MgO	0.250	0.252	- 2
	K ₂ PtCl ₆	1.710	K ₂ O	0.330	0.323	+ 7
	NaCl+KCl	0.944	Na ₂ O	0.224	0.223	+ 1

第十二表 續 き Tabelle XII (Fortsetzung)

實驗番號 Nr.	定 量 形 態 (mg) Bestimmungsform	定 量 成 分 Gesuch	實驗値 (mg) Gefunden	計算値 (my) Berechnet	Δ μg
(IV)	Fe(C ₉ H ₆ ON) ₃ 10.452	Fe ₂ O ₃	1.711	1.710	+ 1
	TiO ₂ 0.193	TiO ₂	0.193	0.202	- 9
	Al(C ₉ H ₆ ON) ₃ 29.712	Al ₂ O ₃	3.295	3.304	- 9
	Amm-Phosphomolybdat 4.865	P ₂ O ₅	0.162	0.163	- 1
	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O (0.785ccm)*	MnO	0.232	0.236	- 4
	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O 1.300	CaO	0.499	0.498	+ 1
	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O 2.282	MgO	0.264	0.260	+ 4
	K ₂ PtCl ₆ 1.062	K ₂ O	0.205	0.210	- 5
	NaCl + KCl 0.632	Na ₂ O	0.163	0.154	+ 9
(V)	Fe(C ₉ H ₆ ON) ₃ 20.178	Fe ₂ O ₃	3.301	3.304	- 3
	TiO ₂ 0.294	TiO ₂	0.294	0.303	- 9
	Al(C ₉ H ₆ ON) ₃ 36.140	Al ₂ O ₃	4.008	4.002	+ 6
	Amm-Phosphomolybdat 11.081	P ₂ O ₅	0.369	0.352	+17
	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O (1.102ccm)*	MnO	0.326	0.341	-15
	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O 1.360	CaO	0.522	0.521	+ 1
	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O 3.074	MgO	0.356	0.361	- 5
	K ₂ PtCl ₆ 1.092	K ₂ O	0.211	0.213	- 2
	(UO ₂) ₃ ZnNa(CH ₃ COOH) ₃ ·6H ₂ O 9.097	Na ₂ O	0.183	0.180	+ 3
(VI)	Fe(C ₉ H ₆ ON) ₃ 18.876	Fe ₂ O ₃	3.088	3.086	+ 2
	TiO ₂ 0.206	TiO ₂	0.206	0.202	+ 4
	Al(C ₉ H ₆ ON) ₃ 34.772	Al ₂ O ₃	3.856	3.845	+11
	Amm-Phosphomolybdat 9.499	P ₂ O ₅	0.316	0.309	+ 7
	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O (1.018ccm)*	MnO	0.301	0.304	- 3
	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O 0.866	CaO	0.332	0.330	+ 2
	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O 2.555	MgO	0.296	0.294	+ 2
	K ₂ PtCl ₆ 1.187	K ₂ O	0.229	0.226	+ 3
	(UO ₂) ₃ ZnNa(CH ₃ COO) ₃ ·6H ₂ O 8.983	Na ₂ O	0.181	0.184	- 3
(VII)	Fe(C ₉ H ₆ ON) ₃ 14.518	Fe ₂ O ₃	2.375	2.376	- 1
	TiO ₂ 0.206	TiO ₂	0.206	0.202	+ 4
	Al(C ₉ H ₆ ON) ₃ 29.716	Al ₂ O ₃	3.295	3.282	+13
	Amm-Phosphomolybdat 6.428	P ₂ O ₅	0.214	0.217	- 3
	Mn(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O (1.177ccm)*	MnO	0.348	0.352	- 4
	CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O 1.153	CaO	0.443	0.432	+11
	Mg(C ₉ H ₆ ON) ₂ ·2H ₂ O 2.992	MgO	0.346	0.327	+19
	K ₂ PtCl ₆ 2.081	K ₂ O	0.402	0.401	+ 1
	(UO ₂) ₃ ZnNa(CH ₃ COO) ₃ ·6H ₂ O 8.238	Na ₂ O	0.166	0.168	- 2

* $\eta_{/30}$ -臭素酸鹽・臭化物溶液滴定數 (Verbrauch an $\eta_{/30}$ -KBrO₃+KBr nach Titriermethode)

かくして沈澱(鐵、チタン、アルミニウム及び磷酸)と濾液(マンガン、カルシウム、マグネシウム、カリウム及びナトリウム)とに分つ。沈澱は之に少量の稀鹽酸を加へて重湯煎上にて加熱溶解し他のマイクロビーカーに濾込み上法に従ひ再沈澱を行ふ。後の濾液は石英坩堝(内容略 15 ccm)に集め重湯煎上にて蒸發乾涸し、次にラヂエーター[17]中にて灼熱してアンモニア鹽類を

除きたる後残留物を少量の鹽酸に溶解し最初の濾液に合併す。

(1) 鐵、チタン、アルミニウム及び磷酸の分離定量。 上記の沈澱に少量の鹽酸を加へ重湯煎上にて加熱溶解しビーカーに濾込みて液量を略 25ccm となす。茲に於て前記の鐵、チタン、アルミニウムの分離定量法により鐵、チタン及びアルミニウムを分離定量す。アルミニウムを分離せる濾液は蒸發して濃縮したる後、之に濃硫酸 1—2 滴及び數滴の濃硝酸を加へ SO_3 の霧の生ずるに至るまで加熱し、更に數回濃硝酸を加へて有機物を加熱分解し、水を加へて煮沸す。此の溶液より磷酸を前記の磷酸定量法によりて定量す。

(2) マンガン、カルシウム、マグネシウム、カリウム及びナトリウムの分離定量。 アンモニア法に據り鐵、チタン、アルミニウム及び磷酸を分ちたる濾液はマイクロビーカーに集め液量を略 2ccm となしたる後、前記のマンガン、カルシウム、マグネシウムの分離定量法に據り之等を分離定量す。マグネシウムを分離せる濾液は之を内容略 15ccm の石英坩堝に集め、重湯煎上にて蒸發し前記のラヂエーター中にて乾涸灼熱し、更に白金板に載セブンゼン焰にて注意しつつ加熱しアンモニア鹽を驅逐す。冷却後残留物に少量の水を加へて溶解し鹽酸 (1:10) 1—2 滴を加へ加熱したる後、少過剰の鹽化バリウム液を添加し硫酸を硫酸バリウムとして沈澱し、暫時加熱後アンモニア水及び炭酸アンモンの結晶を加へて過剰のバリウムを沈澱す。沈澱を石綿濾過棒を以て濾過し温水にて洗滌す。濾液は内容 5—10ccm の小白金坩堝に集め、重湯煎上にて蒸發乾涸したる後ラヂエーター中にて灼熱し、殘滓を少量の水に溶解し、常法に従ひ更に數回アンモニア水及び炭酸アンモンにて處理してバリウムを完全に除く。最後に殘滓を少量の水に溶解し之を秤量せる小白金坩堝に移し鹽酸を加へて蒸發し、再びラヂエーター中にて灼熱したる後之を白金板に載セブンゼン焰にて注意しつつ灼熱しカリウム及びナトリウムを鹽化物として秤量す。次に此の鹽化物を少量の水にてマイクロビーカーに移し鹽化白金法に據りカリウムを定量す。ナトリウムは常法の如くカリウム及びナトリウムの鹽化物の含量より鹽化カリウムの量を控除して之を間接に算出し、又は前記のカリウム及びナトリウムの分離定量法に據り醋酸亞鉛ウラニルナトリウムとして直接に定量す。

分析結果は第十二表に示せり。

分析實施に關する二三の注意

著者等の立案せる分析法は普通の土壤岩石等の所謂主成分の分析を目的とするものなるを以て之等成分の所含割合の著しく異なる試料(例へば植物灰分)或は所謂副成分を多量に含有する試料の分析を行ふには本分析法に夫々適當なる變改を加ふる必要あり。以下先づ本分析法の實施上特に注意すべき事項に就て在來法と異なる部分を略述せん。

鐵、チタン、アルミニウムの分離定量に用ひたる Schwarz von Bergkampff 法は礦物、岩石等の分析を目的として考案せるものにして原著者は岩石の分析に於ては硫化鐵と共に他のアンモニア屬元素の硫化物が、チタンと共にジルコニウム、トリウム、セルが、又アルミニウムと共に主としてガリウム、スカンジウム、ベリリウム、稀土類が沈澱すべしと述べたり。尙ほ同氏は該分離定量法に於てブナジンの性狀に就き實驗せるも之を確め得るに至らざりき。而して著者等の方法に於ては硫化鐵に夾雜する虞ある成分即ちマンガン、ニッケル、コバルト、亞鉛及び銅は豫めマンモニア法にてほぼ完全に分離せらるるを以て、普通の場合に於ては硫化鐵の沈澱は純粹に近かるべし。

磷酸に就きては LUNDELL & KNOWLES[18]によればジルコニウムが多量に存在すれば磷酸の一部はクッペロンにより沈澱するを以て、かかる試料の分析に於ては著者等の分析方法に據る磷酸の定量結果は不正確なるを免れざるべし。尙ほ五價ブナジンはモリブデン酸アンモン法により沈澱する虞あるを以て可檢溶液が之を含む場合には磷酸定量法に變更を加ふるを要す。

次にマンガン、カルシウム、マグネシウム、カリウム及びナトリウムの分離定量法に就きて考察せん。著者等の分析法に於てはマンガンを硫化アンモン法に據りて分離するを以て、若し溶液に亞鉛、ニッケル、コバルト及び銅が存在すれば之等金屬はマンガンと共に硫化物として沈澱す。然れども之等の硫化物の沈澱を $\frac{1}{5}$ 容量の鹽酸(比重 1.11)を加へたる硫化水素水にて處理すれば、ニッケル、コバルト及び銅は不溶殘滓として、また亞鉛は Berg 法[8]に據り醋酸酸性に於てオキシキノリン鹽として分離し得るを以てその濾液より本分析法に用ひたるオキシキノリン法に據りマンガンを正確

に定量し得べし。カルシウム及びマグネシウムの分離法に就きては、著者等は豫めカルシウムを分離定量し其の濾液よりマグネシウムを定量したるも、マグネシウムに比しカルシウムの含量が著しく少き場合には Berg マクロ法[6]の如く、豫めマグネシウムをオキシキノリンにより分離し更に之を鹽酸に溶解して再沈澱を行ひ、合併せる濾液よりカルシウムを蓚酸カルシウムとして分離するを可とすべし。

尙ほ既述せる如く本分析法に據れば微量天秤を用ひずして所謂ミリグラム法の範圍に於ける分析を遂行し得べし。以下に其の實施法を略述す。

著者等の分析法に於ては容量法のみに據りて上記の九成分の定量を實施し得べし。即ち (1)鐵、アルミニウム、マンガン及びマグネシウムは其のオキシキノリン鹽を鹽酸に溶解したる後臭素酸鹽・臭化物滴定法によりて、(2)磷酸は磷モリブデン酸アンモンの沈澱を苛性曹達標準液の過剰に溶解したる後酸標準液による滴定法によりて、(3)カルシウムは蓚酸カルシウムを硫酸に溶解したる後過マンガン酸加里滴定法によりて、(4)カリウムは鹽化白金カリウムを Shohl & Bennett 法に従へる滴定法に據りて定量するを得。而してチタン及びナトリウムは之を容量法に據りて定量するには次の如く操作するを必要とす。即ち (1)チタンは前記の如くクッペロンによる沈澱を濃硝酸を加へたる濃硫酸にて分解したる後オキシキノリン鹽として分離し之を容量法によりて定量し、(2)ナトリウムはカリウムを鹽化白金法にて分離せる濾液を用ひ Bunsen 法に従ひ白金を除きたる後、ナトリウムと結合せる鹽素の滴定分析に依りて間接に定量し得べし。尙ほナトリウムは前述の Barber & Kolthoff 法に於ける醋酸亞鉛ウラニールナトリウムの沈澱を Blenkinsop 法[10]に従ひ容量法に據りて定量し得るも該法は其の操作煩雜なるを以て良法と認め難し。

次に分離せる沈澱を普通の化學天秤にて秤量し得る場合に就き略述せん。濾過棒法に據る微量分析に於て沈澱は之を沈澱作成容器及び濾器と共に秤量する場合に、普通の化學天秤にて 0.1 mg まで正確に秤量し得。従つて定量成分の秤量形態の分子量が大なる定量法に於ては普通の化學天秤を用ふるも満足すべき分析結果を得べし。即ちオキシキノリン法に據る金屬元素の定量、Lieb 法に據る磷酸の定量、Barber & Kolthoff 法に據るナトリウムの

定量等は此の部類に属するものゝす。

[追記] 最近 JUNG, E. (Ztsch. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk., A, 26, 1—8. 1932) はアンモン属の分離定量に Schwarz von Bergkampff 法を用ひたる土壌のマクロ分拆法を報告せり。本稿脱稿後入手せるにつき茲に追記す。

BEITRAG ZUR MIKROCHEMISCHEN TRENNUNG UND
BESTIMMUNG VON BODENHAUPTBESTANDTEILEN
AUßER KIESELSÄURE. (*Résumé*)

Von

Matsusaburo SHIOIRI und Taro NAGAHARA

Um eine einfache, schnell auszuführende Methode in die Analyse der Bodenkolloide einzuführen, haben wir uns vorgenommen, im vorliegenden Versuche eine Mikromethode vorzuschlagen, die in der von Prof. F. Emich erdachten Arbeitsweise mit dem Filterstäbchen [11, 12, 13] eine Trennung und Bestimmung von Fe, Ti, Al, Mn, Ca, Mg, K, Na und P_2O_5 mit einer Einwage von 20–30 mg Bodenkolloide durchführen läßt; wobei wir uns auch danach bestreben, entweder maßanalytisch oder gravimetrisch mit der gewöhnlichen Analysenwage (ohne den Gebrauch der Mikrowage) den ganzen Analysengang zugänglich zu machen.

Im Folgenden seien die Arbeitsvorschriften über die diesbezüglichen Versuche zusammengefaßt angegeben. Die einzelnen Versuche wurden ausschließlich mit Hilfe der Mikrotechnik der Stäbchenmethode angestellt und zu den Beleganalysen chemisch reine Salze der betreffenden Körper verwendet.

(1) Bestimmung des Eisens nach Berg [8].

Das Eisen (Fe^{III}) wird in essigsaurer alkaliacetathaltiger Lösung mittelst des Oxychinolin-Verfahrens als Oxychinolat gefällt und gravimetrisch oder durch Titration mit $KBrO_3$ -KBr-Lösung maßanalytisch bestimmt.

(2) Bestimmung des Titans.

(a) Kupferron-Verfahren nach Thornton [25, 26].

Das Titan wird mit Kupferron als Nitrosophenylhydroxylaminsalz gefällt und als TiO_2 gewogen. Zur maßanalytischen Bestimmung wird das Kupferronsalz durch ein mit Filtrierpapierbrei beschicktes Glasfilterstäbchen, das sonst mit Asbest gefüllt wird, abfiltriert, und samt dem Filter mit einem Gemisch von konz. Schwefelsäure und Salpetersäure auf nassem Wege verascht, dann verfährt man weiter nach dem Verfahren unter (b).

(b) Oxychinolin-Verfahren nach Berg und Teitelbaum [9].

Das Titan wird in essigsaurer alkaliacetat- und tartrathaltiger Lösung als Oxychinolat gefällt und gewogen oder titriert.

(3) Bestimmung des Aluminiums nach Berg [7].

Das Aluminium wird in ammoniakalischer tartrathaltiger Lösung mittelst des Oxychinolin-Verfahrens als Oxychinolat gefällt und gravimetrisch oder maßanalytisch ermittelt.

(4) Trennung von Fe-Ti-Al nach Schwarz von Bergkamp [22].

Das Eisen wird in ammoniakalischer tartrathaltiger Lösung mit Schwefelwasserstoff abgeschieden. Statt das Ferrosulfid als Oxyd zur Wägung zu bringen, überführen wir das Sulfid ins Oxychinolat. Das Titan wird im mit Schwefelsäure stark angesäuerten Filtrat des Ferrosulfids als Kupferronsalz gefällt, gegläht und als TiO_2 gewogen. Nach der darauffolgenden Neutralisation des Filtrats mit Ammoniak wird das Aluminium als Oxychinolat gefällt (über die Einzelheiten vgl. Original).

(5) Bestimmung der Phosphorsäure nach Lieb [20].

Die Phosphorsäure wird als Ammoniumphosphomolybdat gefällt und gewogen.

(6) Bestimmung des Mangans nach Berg [8].

Das Mangan wird in neutraler, alkaliacetathaltiger Lösung mittelst des Oxychinolin-Verfahrens als Oxychinolat gefällt und titriert.

(7) Trennung von Ca-Mg.

Das Calcium wird nach Benedetti-Pichler [2] als Calciumoxalat gefällt und entweder als $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ gewogen oder mit Permanganatlösung titriert. Aus dem Filtrat des Calciums wird das Magnesium nach Strebinger und Reif [24] als Oxychinolat gefällt und gewogen oder titriert.

(8) Trennung von Mn-Ca-Mg.

Die Lösung (etwa 2 ccm) wird mit 0,05g Ammoniumchlorid versetzt, mit kohlensäurefreiem Ammoniak gegen Methylrot neutralisiert und noch ein Tropfen kohlensäurefreier Ammoniaklösung hinzugesetzt. Nach kurzem Erwärmen wird die Lösung mit Schwefelwasserstoff gefällt und dann ein Tropfen kohlensäurefreier Ammoniaklösung hinzugesetzt. Nach 15 Minuten wird der Niederschlag durch ein Porzellanstäbchen filtriert und mit ammoniumsulfidhaltiger 2%iger Ammoniumchloridlösung nachgewaschen. Das Sulfid wird heiß in verd. Salzsäure gelöst und das Mangan nach dem Verfahren unter (6) als Oxychinolat gefällt. Im Filtrat des Sulfids wird die Trennung von Ca-Mg nach dem Verfahren unter (7) durchgeführt.

(9) Bestimmung des Kaliums.

Das Kalium wird als K_2PtCl_6 nach Häusler [14] abgeschieden. Das mit 80%igem Alkohol gewaschene K_2PtCl_6 wird gewogen oder nach Shohl und Bennett [23] auf die in dem Werke von Peters und Van Slyke beschriebene Weise titriert [19].

(10) Bestimmung des Natriums nach Barber und Kolthoff [1].

Die NaCl-Lösung (Na_2O 0,1–0,5mg) wird in einen Mikrobecher eingewogen und abgedampft. Der mit 0,1ccm Wasser aufgenommene Rückstand wird mit 1ccm Fällungs-Reagens (Zinkuranylacetatlösung) versetzt und unter Umschwenken 10 Minuten lang innig vermischt. Nach 30 Minuten wird der Niederschlag mittelst Asbeststäbchens filtriert, 2–3mal mit je 5–6 Tropfen Reagens ausgewaschen und schließlich stark trocken gesaugt, hierauf 4–5mal mit je 5–6

Tropfen 95%igen Alkohols, der vorher mit dem Niederschlag gesättigt wurde, rasch ausgespült—beim Auswaschen mit Alkohol, ohne den Becherinhalt umzuschwenken, da sonst zu hohe Analysenwerte für Na ausfallen würden—und endlich 2–3mal mit Äther nachgewaschen. Darauf wird der Niederschlag in der Benedetti-Pichlerschen Trockenvorrichtung unter Durchsaugen von Luft bei Zimmertemperatur 5 Minuten getrocknet und als $(\text{UO}_2)_2\text{ZnNa}(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ gewogen. Wie von Pregl bei der Mikrobestimmung von Phosphorsäure erwähnt ist, ist auch hier zur Ermittlung des Gewichts des Niederschlags die gewöhnliche analytische Wage vollkommen ausreichend, da dieser Niederschlag viel schwerer ist als das zu bestimmende Element (1mg $(\text{UO}_2)_2\text{ZnNa}(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ entspricht 0,02015mg Na_2O).

(11) Trennung von K-Na.

Das Kalium wird nach dem Verfahren unter (9) als K_2PtCl_6 bestimmt. Das alkoholische Filtrat, welches in einem mit Deckel versehenen Mikrobecher (Abb. 5, S. 167) aufgefangen ist, wird verdampft, mit 0,5ccm Wasser aufgenommen und hierauf nach dem Bunsen-Verfahren [17] in einer Wasserstoffatmosphäre unter schwachem Druck des Kippschen Apparats in der Wärme häufig geschüttelt. Nachdem sich das abgeschiedene Platin völlig geballt hat, wird die Flüssigkeit durch ein Stäbchen abgesaugt, und im Filtrat wird das Natrium nach dem Verfahren unter (10) ermittelt.

(12) Trennung und Bestimmung von Fe, Ti, Al, Mn, Ca, Mg, K, Na und P_2O_5 .

Die salzsaure Analysenlösung (2–4ccm) wird nach der mit Bromwasser vorgenommenen Oxydation des Eisens mittels eines ammoniakhaltigen, kohlenstofffreien Luftstroms oder einer kohlenstofffreien Ammoniaklösung in Gegenwart von NH_4Cl (etwa 0,075g) wie üblich neutralisiert und der abgeschiedene Niederschlag (Fe, Ti, Al, P_2O_5) filtriert (Zum Filtrieren ist dabei ein Porzellanstäbchen dem Asbeststäbchen vorzuziehen). Die Fällung mit Ammoniak wird wiederholt. Das zweite Filtrat, das in einem Quarztiegel aufgefangen ist, wird nach dem Glühen mit dem ersten vereinigt. Der Ammoniakniederschlag wird in Salzsäure gelöst, mit Wasser auf etwa 2,5ccm verdünnt und mit 20–30mg Weinsäure versetzt. In dieser Lösung geschieht die Bestimmung von Fe, Ti, Al nach dem Verfahren unter (4). Das Filtrat des Aluminiums wird auf nassem Wege mit einem Gemisch von konz. Schwefelsäure und Salpetersäure verascht und dann die Phosphorsäure nach dem Verfahren unter (5) bestimmt. Im Filtrat des Ammoniakniederschlags erfolgt die Trennung von Mn-Ca-Mg nach dem Verfahren unter (8). Schließlich wird das in einem Quarztiegel gesammelte Filtrat des Magnesiums verdampft und gegläht. Dann werden die Alkalisulfate in bekannter Weise mittelst Bariumchlorids in die Chloride übergeführt und gewogen. Das Kalium wird nach dem Verfahren unter (9) bestimmt und das Natrium aus der Differenz oder nach dem Verfahren unter (11) ermittelt.

Die Ergebnisse der Beleganalysen sind aus den Tabellen I–XII ersichtlich.

引用文、獻

Literatur

1. BARBER, H. H. & KOLTHOFF, I. M. A specific reagent for the rapid gravimetric determination of sodium. *J. Am. Chem. Soc.* 50: 1625-1631. 1928.
2. BENEDETTI-PICHLER, A. A. Mikroversuche über quantitative Trennung. I. Mitteilung: Versuche unter Benutzung des Filterstäbchens. *Z. anal. Chem.* 64: 409-436. 1924.
3. BENEDETTI-PICHLER, A. A. Beiträge zur Gewichtsanalyse mit der Mikrowaage von Kuhlmann. *Mikrochemie, Pregl-Festschrift*: 6-13. 1929.
4. BENEDETTI-PICHLER, A. A. & SCHNEIDER, F. Gravimetric microanalysis of Beryllium silicate rocks. The determination and separation of P_2O_5 , Al, Fe, Mg, Be. *Mikrochemie, Emich-Festschrift*: 1-17. 1930.
5. BERG, R. Wertbestimmung von Chincsol-Präparaten (Maßanalytische Bestimmung des o-Oxychinolins). *Pharm. Ztg.* 71: 1542-1543. 1926.
6. BERG, R. Neue Wege zur Bestimmung und Trennung der Metalle mit Hilfe von o-Oxychinolin. (II. Mitteilung) Bestimmung und Trennung des Magnesiums. *Z. anal. Chem.* 71: 23-36. 1927.
7. BERG, R. Neue Wege zur Bestimmung und Trennung der Metalle mit Hilfe von o-Oxychinolin. Bestimmung und Trennung des Aluminiums (V. Mitteilung). *Z. anal. Chem.* 71: 369-380. 1927.
8. BERG, R. Neue Wege zur Bestimmung und Trennung der Metalle mit Hilfe von o-Oxychinolin (VII. Mitteilung). Bestimmung von Eisen, Mangan, Nickel und Kobalt. Trennung des Eisens von Aluminium, Mangan und Erdalkalien. Trennung des Mangans von Nickel, Zink und Erdalkalien. *Z. anal. Chem.* 76: 191-204. 1929.
9. BERG, R. & TEITELBAUM, M. Bestimmung und Trennung des Titans mit Hilfe von o-Oxychinolin (VIII. Mitteilung). *Z. anal. Chem.* 81: 1-8. 1930.
10. BLENKINSOP, A. A new volumetric method for the estimation of sodium. *J. Agric. Soc.* 20: 511-516. 1930.
11. EMICH, F. Lehrbuch der Mikrochemie. München, 1926.
12. EMICH, F. Mikrochemisches Praktikum. München, 1931.
13. EMICH-SCHNEIDER. *Mikrochemical Laboratory Manual*. New York, 1932.
14. HÄUSLER, H. Über gewichtsanalytische Bestimmungen mit dem Filterstäbchen. *Z. anal. Chem.* 64: 361-379. 1924.
15. HECHT, H. Zur analyse sehr kleiner Mengen von Morogoro-Uraniniten. Ein Beitrage zur Mikro-mineralanalyse (Vorläufige mitteilung). *Mikrochemie*. 10: 45-52. 1931.
16. HELLER, K & MEYER, K. Die Verwendung von Filterstäbchen bei Pregls mikroanalyse. *Z. anal. Chem.* 71: 117-122. 1927.
17. HILLEBRAND, W. F. & KNOWLES, H. B. *Applied Inorganic Analysis*. New York, 1929.
18. LUNDELL, G. E. F. & KNOWLES, H. B. The use of cupferron in quantitative anlysis. *Ind. Eng. Chem.* 12: 344-350. 1920.
19. PETERS & VAN SLYKE. *Quantitative clinical chemistry*. vol. 2. Baltimore, 1932.
20. PREGL, F. Die quantitative organische mikroanalyse. Berlin, 1930.
21. SCHWARZ von BERGKAMPF, E. Einige Bemerkungen über die Mikrochemische Wage von Kuhlmann. Anwendung von Porzellan-, Quarz- und Glasfiltern in der quantitativen mikrochemischen Analyse. *Z. anal. Chem.* 69: 321-341. 1926.
22. SCHWARZ von BERGKAMPF, E. Die Trennung von Eisen-Titan-Aluminium in Weinsäurehaltiger Lösung. *Z. anal. Chem.* 83: 345-350. 1931.
23. SHOHL, A. T. & BENNETT, H. B. A micro method for the determination of potassium as Iodoplatinate. *J. Biol. Chem.* 78: 643-651. 1928.
24. STREBINGER, R. & REIF, W. Die Mikrobestimmung des Magnesiums mit o-Oxychinolin und seine Trennung von Calcium. *Mikrochemie, Pregl-Festschrift*: 319-322. 1929.
25. THORNTON, W. M. The use of the ammonium salt of nitrosophenylhydroxylamine (cupferron) in the quantitative separation of Titanium from Iron. *Am. J. Sci.* 37: 173-178. 1914.
26. THORNTON, W. M. The separation of Titanium from Iron, Aluminium and Phosphoric acid with the aid of the ammonium salt of nitrosophenylhydroxylamine "cupferron." *Am. J. Sci.* 37: 407-414. 1914.
27. THURNWALD, H. & BENEDETTI-PICHLER, A. A. Gravimetric microanalysis of berillium silicate rocks. The separation and quantitative determination of Phosphoric acid and Aluminium. *Mikrochemie*. 9: 324-332. 1931.
28. THURNWALD, H. & Benedetti-Pichler, A. A. Gravimetrie microanalysis of Beryllium silicate rocks. The separation and quantitative determination of Silicic acid, Phosphoric acid, Aluminium, Iron, Beryllium, Magnesium and Calcium in a single small sample and the microanalysis of the mineral "Kolbeckit," *Mikrochemie*. II. 200-220. 1932.

石灰窒素を原料として製造せる 肥料の窒素の形態

技師 林 義 三

緒 言

石灰窒素を原料としたる肥料の製造方法を考案するもの近來著しく増加し來たり。その方法は要するに石灰窒素と他種化學肥料又は動植物質肥料を混合し單に堆積するか或ひは硫酸にて處理するものにして、即ち何れも石灰窒素のシアナミッドを尿素又はアンモニア鹽に變化せしむるを目的とせり。

著者は此種の肥料に就き屢々分析を行ひたるに石灰窒素のシアナミッドは完全に尿素又はアンモニアに變化せられずして尙ほシアナミッドの殘存せるもの又は尿素及びアンモニアに比して肥効の劣れるデシアンヂアミッドに變化せるものあり。而して窒素の原料に石灰窒素のみを使用し之を硫酸にて處理したる供試品に於て、上記各種窒素成分の含量を全窒素と比較するに前者は後者より著しく少なきものあり。この窒素成分の差違は分析上の實驗誤差として許し得べき範圍を遙るかに凌駕せるものなるを以て、シアナミッドより誘導變化せられたる窒素化合物に因るものなりと推定し BUCHANAN [1] のシアナミッド及びその誘導化合物に關する定性試験法に依り各種窒素の形態を検定したるにチオ尿素は認め得ざりしも、グアニルウレア又はグアニデンの存在するを認めたり。文献に徴するに石灰窒素に硫酸を作用せしめたる場合硫酸グアニルウレアの生成せらるる事は既に JONA [6] 及び米國の Fixed Nitrogen Research Laboratory [10] の研究成績に報告せられたるまゝなり。

茲に於て著者は本邦に於て石灰窒素を原料として製造せる肥料の窒素の形態並びに含有量を知らんと欲し此種肥料の市販品並びに試製品の大部分を夫等の製造地の肥料検査所に依頼して蒐集し化學分析を施行したり。以

下その成績を發表し、石灰窒素を原料とする肥料の製造業者並びに消費者の參考に供せんす。

(追記) 石灰窒素を原料として製造せる肥料に含有せらるるデシアンチアミッド、グアニルウレア、グアニチンが植物生育上に及ぼす影響に關しては著者の施行したる植木鉢試験成績あるを以て他日稿を改めて發表せん。

供 試 品

供試品は本邦に於て石灰窒素を原料として製造せる肥料の市販品並びに試製品の27點にして尙ほこの外參考として外國製品フオスファゾート1點を加へ、合計28點なり。

之等の供試品の中には動植物質肥料を加用せるもの、然らざるものあり。而して之等の原料を硫酸にて處理したるもの、然らざるものあり、更に又硫酸アンモニアを加用したるもの、然らざるものあり。依て此二項目に就き各供試品を分類し、次に製造法の大要を記載す。各供試品の製造法は肥料検査所を通して調査したるものなるも尙ほ製造法不明なりしものは分析鑑定の結果に依りその方法を推定したり。

甲 硫酸にて處理したるもの

I 硫酸アンモニアを加用したるもの

- (1) 石灰窒素と硫酸アンモニアの混合物に硫酸を作用せしめたるもの (A₁, A₂, A₃)
- (2) 上記物料に過磷酸石灰を添加したるもの (A₄, A₅)
- (3) 石灰窒素と磷礦粉及び硫酸加里又は鹽化加里の混合物に硫酸アンモニア及び硫酸を加用したるもの (B₁, B₂, B₃, B₄, B₅)
- (4) 石灰窒素と磷礦粉及び硫酸加里又は鹽化加里の混合物に硫酸アンモニアを溶解したる硫酸を作用せしめ後アンモニア瓦斯を吸收せしめたるもの (C₁)
- (5) 石灰窒素と硫酸加里又は鹽化加里の混合物に硫酸アンモニアを溶解したる含磷硫酸を作用せしめたるもの (D₁, D₂)
- (6) 上記物料に植物質肥料を添加したるもの (D₃, D₄, D₅)

II 硫酸アンモニアを加用せざるもの

- (7) 石灰窒素の水浸出液に硫酸を作用せしめたるものを以て磷礦

粉を處理したるもの(但し本品は外國製品にしてフオスファ
ゾートと稱す。本品中にグアニルウレアの生成せられたる

事は既に COCHET [3] の報告したところなり).....(E_1)

(8) 石灰窒素に硫酸を作用せしめたるもの.....(F_1, F_2)

乙 硫酸にて處理せざるもの

I 硫酸アンモニアを加用したるもの

(9) 石灰窒素と動植物質肥料を堆積したるものに過磷酸石灰、硫酸
加里及硫酸アンモニアを混合したるもの.....(G_1, G_2)

(10) 石灰窒素と他種化學肥料及植物質肥料を混合し堆積したるも
のと認むべきもの.....(H_1)

II 硫酸アンモニアを加用せざるもの

(11) 石灰窒素に動植物質肥料を混合し堆積したるものと認むべき
もの.....(I_2, H_3, H_4)

(12) 石灰窒素に加里鹽類を加へ更に動植物質肥料を加へ堆積した
るものと認むべきもの.....(I_1)

(13) 石灰窒素に鹽化加里を加へ堆積したるものと認むべきもの.....(J_1, J_2)
(備考) (10)乃至(13)の各供試品は試製品と認むべきもの

定性試験成績並に分析方法

定量分析を行ふ場合豫め各種形態の窒素化合物の存否を知る必要を認め
たればその檢定を BUCHANAN の定性試験法に依り行ひたり。而して其結果を
示せば次の如し。

シアナミツド	フオスファゾート以外の總ての供試品に存在す。
アンモニア	總ての供試品に存在す。
尿素	同上。
デシアンヂアミツド	フオスファゾート以外の總ての供試品に存在す。
グアニルウレア	硫酸にて處理したる供試品に存在す。
グアニチン	硫酸アンモニアを使用したる供試品に存在す。
硝酸	總ての供試品中僅か二點に存在す。
チオ尿素	何れの供試品にも存在を認めず。

以上の結果に依り定量分析を行ひたり。其分析方法は次の如し。但し次
に掲げざる諸成分に就ては大正二年當場刊行の肥料分析法に據る。

1) 水に溶解する窒素(水溶性窒素) 供試品 5 瓦を内容 250 匁の定容フラスコに採り水 200 匁を加へ 1 時間振盪したる後 250 匁となし濾過す。濾液 25 匁につきケルダール法又はガンニン法に據り定量す。

2) シアナミッド性窒素 (1)と同じ方法にて調製したる水溶液 100 匁を採り、以下昭和二年當場刊行肥料分析參考資料記載(34—35 頁)の Perotti 法を KAPPEN が改良したる方法[7]に據り定量す。

3) アンモニア性窒素[8] 供試品 0.5—2.0 瓦を通氣管に採りアルカリ液(無水炭酸曹達 108 瓦及鹽化曹達 150 瓦を水 1 立に溶解したるもの)50 匁及びパラフィンオイル 1 匁を加へて 6 時間激しく空氣を通じ逸出するアンモニア瓦斯を $\frac{1}{2}$ 規定硫酸に吸收せしめたる後コンゴレッドを指示薬とし $\frac{1}{2}$ 規定苛性曹達にて滴定す。

4) 尿素性窒素 (1)と同じ方法にて調製したる水溶液 25—50 匁を採り以下肥料分析參考資料記載(41—43 頁)の Marshall 法[9]に據り定量す。

5) デシアンジアミッド性窒素 供試品 5—10 瓦を 250 匁の定容フラスコに採りアセトンを加へ 1 時間振盪したる後 250 匁となし、濾液 100—200 匁を採りアセトンを蒸發せしめ、以下肥料分析參考資料記載(36—38 頁)の Harger 法[5]に據り定量す。

6) グアニルウレア性窒素 供試品 10 瓦を内容 100 匁の定容フラスコに採り水を加へ 1 時間振盪したる後 100 匁となし濾過す。濾液 10—20 匁を採り、以下肥料分析參考資料記載(38—40 頁)の Garby 法[4]に據り定量す。

7) グアニデン性窒素[12] (6)と同じ方法にて調製したる水溶液 10—20 匁に強アンモニア液を加へてアルカリ性となし 0.8% ピクリン酸アンモニア液 50—100 匁を徐々に注加す。斯くして生じたる沈澱は豫め秤量せるグーチ坩堝にて濾別し洗滌液(ピクリン酸アンモニア 8 瓦と Guanidine Picrate 0.075 瓦を水に溶解しアンモニア液(比重 0.91) 5 匁を加へたる後水を加へて 1 立となしたるもの)にて數回洗滌し 110°C にて乾燥し冷却したる後秤量す。

グアニルウレアを含む場合は豫めニッケル鹽として沈澱せしめ分離定量したる濾液を鹽酸にて微酸性となし次に強アンモニア液を加へてアルカリ性としたる後ピクリン酸アンモニア液を加へ、夫々上記方法に據り定量す。

(6)及び(7)に於て磷酸鹽を含む場合は供試液にアンモニア液を加へアルカリ性とし硝酸バリウムの飽和液を加へて磷酸を沈澱せしめ、次に炭酸曹達を加へて石灰を沈澱せしめ之等を除去したる後、夫々上記方法に據り定量す。

8) 水素イオン濃度 供試品 1 瓦を採り水 50 匁を加へ WULFF の反應指示紙を浸し 1—2 分後之を取り出し標準色と比較す。

實驗成績

總ての供試品に就いて行ひたる定量分析の結果は第一表に示せり。而してアンモニア其他 6 種の窒素は何れも水溶性窒素なるを以て之等各種窒素

の含有量の多少を比較せんが爲めに水溶性窒素を 100 としたる場合之に對する各種窒素の割合を算出した。その結果は第二表に示すが如く、之れに依り各成分につき考察すれば次の如し。

(1) シアナミッド 硫酸にて處理したる供試品に於てその含量極めて少なく水溶性窒素に對し 1% 以下なるか若しくは痕跡を止むるに過ぎず。之に反し硫酸にて處理せざる供試品に於て其量多く 1% 以上に達するもの 5 點あり。殊に石灰窒素に鹽化加里を加へ堆積したるものと認むべき J_1, J_2 にありては水溶性窒素に對し約 80% に相當するシアナミッド性窒素を含有す。之れ原料として使用したる石灰窒素のシアナミッドの大部分が變化せられず殘存したるものなり。然れども上記 5 點を除きたる他の凡ての供試品に於て石灰窒素のシアナミッドは殆んど全部他種形態の窒素化合物に變化せられたるものと認め得べし。

(2) アンモニア E_1, F_1, F_2, J_1, J_2 の 5 點は窒素の原料として石灰窒素のみを使用したる肥料なるが故に含有せらるるアンモニアは全部石灰窒素より變化せられたるものと認め得べく、夫等の量は水溶性窒素に對し E_1 は約 13%、 F_1 及び F_2 は共に約 29%、 J_1, J_2 は共に約 2% に相當す。然るに其他の供試品の内 18 點に於ては石灰窒素以外に硫酸アンモニアを使用し其量不明なるを以て石灰窒素より變化せられたるアンモニアの量を推定することは困難なり。

(3) 尿 素 全部石灰窒素より變化せられたるものと認むべく、フオスファゾート(全窒素の約 50% は尿素態窒素なり)を除く凡ての供試品に於て其含量の水溶性窒素に對し 10% 以上 (17—31%) に達するものは 6 點にして他は何れも 6% 以下なり。

(4) デシアンジアミッド 硫酸にて處理したる供試品 (D_3 は例外) に於て其含量最も多きものと雖も水溶性窒素に對し 2% に相當するに過ぎず。之に反し硫酸にて處理せざる供試品に於ては 5—52% に及べり。又硫酸にて處理したる供試品と雖も D_1 — D_5 の製品の如く其水溶液のメチルオレンジに對しアルカリ性を呈する場合は酸性を呈する場合よりもデシアンジアミッド性窒素の含量多き傾向あり。即ちデシアンジアミッドはアルカリ性の場合に於て酸性の場合よりも多量に生成せらるるものと認めらる。

第一表 石灰窒素を原料として製造した肥料の化學分析成績

供試品番號 Sample No.	全窒素 Total N %	水溶性窒素 Water Sol. N %	水に不溶性窒素 Water Insol. N %	アンモニウム性窒素 Ammonia N %	シアナミッド性窒素 Cyanamide N %	デシアンドロアミッド性窒素 Dicyandiamide N %	グアニルウレア性窒素 Guanylurea N %	グアニジン性窒素 Guanidine N %	尿素性窒素 Urea N %	硝酸性窒素 Nitrate N %
---------------------	------------------	-------------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------------------	------------------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------	----------------------

A. 硫酸にて處理したるもの (I) 硫酸アンモニアを使用したるもの

(1) {	A ₁	8.28	7.50	0.48	4.79	0.05	0.06	0.56	1.14	0.11	0.00
	A ₂	8.85	8.67	0.18	5.32	0.07	0.17	0.80	1.33	—	0.00
	A ₃	9.07	8.58	0.49	5.03	0.08	0.17	0.35	1.50	0.50	0.00
(2) {	A ₄	8.26	8.04	0.22	6.82	0.03	T	T	0.40	0.11	0.00
	A ₅	5.08	4.84	0.24	3.88	0.02	0.04	0.00	0.00	0.03	0.00
	B ₁	5.15	5.04	0.11	2.99	0.03	0.02	0.77	T	0.12	0.00
	B ₂	6.47	6.42	0.05	3.66	0.02	0.01	0.75	0.90	0.13	0.00
(3) {	B ₃	4.18	4.08	0.10	3.14	0.03	T	T	0.00	0.08	0.00
	B ₄	6.25	6.04	0.21	5.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00
	B ₅	6.44	6.35	0.09	5.93	0.01	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00
(4) C ₁		5.08	5.01	0.07	4.44	T	0.01	0.00	T	0.28	0.00
(5) {	D ₁	8.32	7.95	0.37	6.30	T	0.17	—	—	0.32	0.00
	D ₂	8.34	8.13	0.21	6.05	T	—	—	—	0.32	0.00
*	D ₃	6.92	6.87	0.05	0.92	0.06	0.40	1.30	0.00	2.16	0.00
(6) {	D ₄	7.68	5.90	1.78	3.36	T	0.11	0.00	T	1.01	1.14
	D ₅	8.49	6.49	2.00	3.78	0.03	0.11	0.00	0.00	1.22	1.31

(II) 硫酸アンモニアを使用せざるもの

(7)	F ₁	11.73	11.19	0.54	1.49	0.00	0.00	2.50	0.00	5.50	0.00
(8)	{F ₁	7.71	7.57	0.14	2.19	0.07	0.05	2.00	0.00	1.43	0.00
	F ₂	7.90	7.90	0.00	2.24	T	0.04	2.70	0.00	1.38	0.00

B. 硫酸にて處理せざるもの (I) 硫酸アンモニアを使用したるもの

* (9) {	G ₁	7.93	7.36	0.57	6.48	T	0.40	0.00	0.00	0.15	0.00
	G ₂	8.35	7.69	0.66	6.43	T	0.37	0.00	0.00	0.41	0.00
(10) H ₁		5.43	4.80	0.63	4.06	0.01	0.34	0.00	0.00	0.09	0.00

(II) 硫酸アンモニアを使用せざるもの

* (11) {	H ₂	4.85	2.35	2.50	0.40	0.22	—	0.00	0.00	0.14	0.00
	H ₃	3.33	2.14	1.19	0.84	0.04	0.25	0.00	0.00	0.04	0.00
	H ₄	3.44	2.14	1.30	0.57	0.06	0.22	0.00	0.00	0.05	0.00
(12) I ₁		4.14	3.36	0.78	0.02	T	1.73	0.00	0.00	0.63	0.00
(13) {	J ₁	11.86	9.90	1.96	0.21	8.61	0.58	0.00	0.00	0.30	0.00
	J ₂	11.25	8.39	2.86	0.22	6.85	0.41	0.00	0.00	0.40	0.00

備考 * 印は有機質肥料を混在す。

T.....痕跡 Trace.

Note: * marks the containing of organic manures.

Table I Results of Chemical Analyses of Fertilizer manufactured by Calcium Cyanamide as Material.

水分 Moisture %	全磷酸 Total P ₂ O ₅ %	水溶性 磷酸 Sol. P ₂ O ₅ %	水溶性 加里 Water Sol. K ₂ O %	全石灰 Total CaO %	水溶性 石灰 Water Sol. CaO %	全硫酸 Total SO ₃ %	水溶性 硫酸 Water Sol. SO ₃ %	水溶液の Methyl- Orange に対する 反 應 Reaction of M. O.	pH
A. Treated by Sulphuric Acid (I) With Sulphate of Ammonia									
1.19	T	T	0.00	22.51	3.70	46.45	19.89	アルカリ性	7.2
4.11	T	T	0.00	—	—	—	—	酸性	3.4
2.37	T	T	0.00	—	—	—	—	アルカリ性	6.3
4.46	6.33	5.05	0.00	—	—	—	—	酸性	4.3
7.74	10.67	8.13	0.00	19.45	3.70	36.70	13.29	酸性	3.4
6.72	8.41	6.28	—	—	—	—	—	酸性	3.9
7.58	5.10	3.94	—	19.59	6.60	36.70	19.63	酸性	4.0
6.64	14.66	9.94	—	—	—	—	—	酸性	4.0
7.52	11.20	6.48	—	22.37	5.06	36.50	18.73	酸性	3.9
2.76	10.49	7.91	5.96	16.81	4.44	33.15	18.90	酸性	4.1
4.46	13.26	9.45	—	21.54	6.32	35.74	19.92	酸性	4.0
12.55	6.43	2.74	2.74	—	—	—	—	アルカリ性	6.1
12.64	5.84	3.20	2.69	—	—	—	—	アルカリ性	5.9
9.79	6.47	3.85	—	22.79	—	32.81	—	アルカリ性	5.8
21.09	4.20	2.41	—	9.59	4.64	22.15	19.46	アルカリ性	6.4
22.75	3.70	1.77	—	—	—	—	—	アルカリ性	6.6
(II) Without Sulphate of Ammonia									
13.45	11.24	8.91	0.00	17.78	4.28	23.01	9.33	酸性	4.1
8.93	0.00	0.00	0.00	22.23	3.80	40.53	16.95	酸性	—
6.77	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—	酸性	4.2
B. Not treated by Sulphuric Acid (I) With Sulphate of Ammonia									
14.91	—	0.47	5.12	11.95	—	28.72	—	アルカリ性	6.8
10.21	6.19	0.29	—	15.56	6.04	29.80	26.01	アルカリ性	7.2
10.90	9.93	3.14	—	—	—	—	—	アルカリ性	6.3
(II) Without Sulphate of Ammonia									
10.67	9.72	0.37	—	25.29	2.84	14.58	6.09	アルカリ性	6.3
24.50	7.60	0.56	—	17.50	11.91	3.47	5.95	アルカリ性	—
17.61	8.04	0.53	—	18.78	13.88	4.03	6.06	アルカリ性	—
13.43	T	0.00	—	17.78	5.26	15.15	9.03	アルカリ性	9.3
1.12	T	0.00	26.39	40.59	14.82	1.66	1.23	アルカリ性	12.6以上
1.70	T	0.00	23.12	—	13.24	—	1.14	アルカリ性	12.6以上

定量法

Methods of Determination:

Ammonia...Mathews' method [8], Cyanamide...Perotti's method improved by Kappen [7],

Dicyandiamide...Harger's method [5], Guanylurea...Garby's method [4],

Guanidine...Vorzarik's method [12], Urea...Marshall's method [9], Nitrate...Schlösing's method.

第二表 水溶性窒素に対する各種窒素の割合
Table II. Rate of Various Nitrogen to Water Soluble Nitrogen.

供試品 Sample No.	アンモニア性窒素 Ammonia N %	シアナミッド性窒素 Cyanamide N %	デシアンデアミッド性窒素 Dicyandiamide N %	グアニルウレア性窒素 Guanylurea N %	グアニデイン性窒素 Guanidine N %	尿素性窒素 Urea N %	硝酸性窒素 Nitrate N %	その他の窒素 Other N %
A. 硫酸にて処理したるもの (I) 硫酸アンモニアを使用したるもの Treated by Sulphuric Acid. With Sulphate of Ammonia.								
(1) { A ₁ A ₂ A ₃	61.4 61.4 58.6	0.6 0.8 0.9	0.8 2.0 2.0	7.2 9.2 4.1	14.6 15.3 17.5	1.4 — 5.8	0.0 0.0 0.0	14.0 11.3 11.1
(2) { A ₄ A ₅	84.8 80.2	0.4 0.4	— 0.8	— 0.0	5.0 0.0	1.4 0.6	0.0 0.0	8.4 18.0
(3) { B ₁ B ₂ B ₃ B ₄ B ₅	59.3 57.0 77.0 83.3 93.4	0.6 0.3 0.7 0.2 0.2	0.4 0.2 — 0.3 0.3	15.3 11.7 — 0.0 0.0	— 14.0 0.0 0.0 0.0	2.4 2.0 2.0 0.5 0.5	0.0 0.0 0.0 0.0 0.0	22.0 14.8 20.3 15.7 5.6
(4) C ₁	88.6	—	0.2	0.0	—	5.6	0.0	5.6
(5) { D ₁ D ₂	79.2 74.4	— —	2.1 —	— —	— —	4.0 3.9	0.0 0.0	14.7 21.7
* (6) { D ₃ D ₄ D ₅	13.4 56.9 58.2	0.9 — 0.5	5.8 1.9 1.7	18.9 0.0 0.0	0.0 — 0.0	31.4 17.1 18.8	0.0 19.3 20.2	29.6 4.8 0.6
(II) 硫酸アンモニアを使用せざるもの Without Sulphate of Ammonia.								
(7) E ₁	13.3	0.0	0.0	22.3	0.0	49.2	0.0	15.2
(8) { F ₁ F ₂	28.9 28.4	0.9 —	0.7 0.5	26.4 34.2	0.0 0.0	18.9 17.5	0.0 0.0	24.2 19.4
B. 硫酸にて処理せざるもの (I) 硫酸アンモニアを使用したるもの Not treated by Sulphuric Acid. With Sulphate of Ammonia.								
* (9) { G ₁ G ₂	88.0 83.6	— —	5.4 4.8	0.0 0.0	0.0 0.0	2.0 5.3	0.0 0.0	4.6 6.3
* (10) H ₁	84.6	0.2	7.1	0.0	0.0	1.9	0.0	6.2
(II) 硫酸アンモニアを使用せざるもの Without Sulphate of Ammonia.								
* (11) { H ₂ H ₃ H ₄	17.0 39.3 26.6	9. 1.9 2.8	— 11.7 10.3	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	6.0 1.9 2.3	0.0 0.0 0.0	67.6 45.2 58.0
* (12) I ₁	0.6	—	51.5	0.0	0.0	18.8	0.0	29.1
(13) { J ₁ J ₂	2.1 2.6	87.0 81.6	5.9 4.9	0.0 0.0	0.0 0.0	3.0 4.8	0.0 0.0	2.0 6.1

元來デシアンジアミッドは酸性又はアルカリ性の何れの場合に於てもシアナミッドより變化せらるるものなれども WERNER [13] は酸性の場合は其生成量少なくアルカリ性の場合に多きことを報告せり。本試験の結果もよく WERNER の説と一致するを認めたり。

(5) グアニルウレア 硫酸にて處理したる供試品に存在す。供試品に依りては尿素性窒素の量より多きものあり。而して其含有量最も多きものは水溶性窒素に對し 34.2% に達す。之に反し硫酸にて處理せざる供試品に於ては全く其存在を認めず。依つて本試験に於てグアニルウレアは石灰窒素を硫酸にて處理したる場合にのみ生成せらるるものと認め得べし。

グアニルウレアに關しては JONA [6], SÖLL, 及び STÜTZER [11] 等の研究成績あり。JONA は石灰窒素に硫酸を作用せしめたる場合又 SÖLL, 及び STÜTZER はデシアンジアミッドに硫酸を作用せしめたる場合何れも硫酸グアニルウレアの生成せらるる事を報告せり。本試験の結果もまた前記諸氏の研究成績とよく一致するを認めたり。

(6) グアニデン 供試品中グアニデンの存在を認めらるるものは供試品(1)―(6)の製品なり。供試品に依りては尿素性窒素の量より多きものあり。其含量最も多きものは水溶性窒素に對し 17.5% に達す。

グアニデンに關しては BLAIR 及び BRAHAM [2] の研究成績あり。之に依ればグアニデンはシアナミッド又はデシアンジアミッドをアンモニア鹽類と共に加熱すれば生成せらるるものなりと報告せり。本試験の結果供試品(1)―(6)に於てグアニデンの存在を認めらるるものあるは何れも石灰窒素と硫酸アンモニアを原料に使用したるがためなるべし。

(7) 硝酸 D_4 , D_5 の 2 點に於て存在する硝酸性窒素はシアナミッドより變化せられたるものに非ずして原料の一部として硝酸鹽を使用したるに起因するものなるべし。

第二表に示すが如く水溶性窒素を 100 としたる場合之に對するアンモニアその他 6 種の窒素の割合を合算したるに 100 に満たざるもの多きを認めたり。殊に H_2 , H_3 , H_4 の 3 點に於て甚だしきものあるを認めたり。之等 3 點は何れも原料の一部に動植物質肥料を添加し堆積醱酵せしめて製造したるものなるが故に此動植物質肥料の有機態窒素が可溶性となりたるに原因

するものなるべし。

以上各種の窒素を定量したる結果シアナミツドより變化せらるるアンモニアの量は不明なれども、尿素の量はフォスファゾートを除けば一般に少なく、反つてデシアンヂアミツド、グアニルウレア、グアニヂンの方多きものあり。これ本肥料製造の目的に添はざるものと云ひ得べし。而して之等3種の窒素化合物は從來の研究成績に依れば植物の窒素給源としてアンモニア、硝酸、尿素に比すれば劣り、又場合に依りては寧ろ植物生育上有害作用を及ぼすことありとせる成績少なからず。

元來デシアンヂアミツドに關する試験成績は多けれどもグアニルウレア、グアニヂンに關する成績は割合に少なし。故に著者は之等窒素化合物の植物生育上に及ぼす影響に就き二萬分の一段歩のワグネル植木鉢を使用した麥及び水稻を供試作物として試験を施行せり。其の結果は追て詳細に報告すべきも、その大様を記載すればデシアンヂアミツド、グアニルウレア、グアニヂンは何れも硫酸アンモニア、硝酸曹達に比し肥効劣るのみならず一ボット當り窒素施用量1.0—0.5瓦の場合は植物生育上障害作用を及ぼすことあるを認めたり。従つて斯る窒素化合物を多量に含有する此種肥料の肥効に關しては相當考慮せざるべからず。故に石灰窒素を原料とする肥料の製造業者並びに消費者はこの點を念頭に入れ置くを要し、就中製造業者はかかる窒素化合物を多量に生成せしめざるやう注意すること肝要なり。

要 結

1. 本邦に於て石灰窒素を原料に使用したる肥料の市販品並びに試製品27點及び外國品1點、合計28點に就き窒素の形態並びにその含有量を調査研究したり。

2. 供試品に就き先づBUCHANANの定性試験法に依り各種形態の窒素の定性分析を行ひ次に定量分析を施行したり。其結果を總括すれば次の如し。

シアナミツド　　フォスファゾート以外の總ての供試品に存在するを認めたり。その含量は一般に少なく、殊に硫酸にて處理したる供試品に於ては殆んど痕跡にして極めて少なし。これに反して硫酸にて處理せざる供試品に於て多く、 J_1J_2 の如きは水溶性窒素に對し約80%に相當するシアナミ

ツド性窒素を含有す。

アンモニア 總ての供試品に存在す。窒素の原料として石灰窒素のみ使用したる供試品 5 點を除き其他の供試品の内大部分は石灰窒素以外に硫酸アンモニアを使用し其量不明なるが故に石灰窒素より變化せられたるアンモニアの量を知ることは困難なり。

尿素 總ての供試品に存在す。全部石灰窒素より變化せられたるものと認むべきもフオスファゾート以外は其含量比較的小なく供試品に依りてはグアニルウレア又はグアニジン性窒素より少なきものあり。

デシアンヂアミツド フオスファゾート以外の總ての供試品に存在す。其含量は硫酸にて處理したる供試品に少なく之に反し處理せざる供試品に多し。尙ほ硫酸にて處理したる供試品と雖も水溶液がアルカリ性を呈する場合は酸性を呈する場合よりも其含量多き傾向あり。

グアニルウレア 硫酸にて處理せる供試品にのみ存在するを認む。その含量は比較的多く、供試品に依りては尿素性窒素より多きものあり。

グアニジン 石灰窒素の外に硫酸アンモニアを使用せる供試品に存在するを認めたり。其含量は比較的多く尿素性窒素の量より多きものあり。

硝酸 供試品中存在を認めらるるもの僅か 2 點なり。これシアナミツドより變化せられたるに非ずして原料に使用したる硝酸鹽に起因するものと認められたり。

以上アンモニアその他 6 種の窒素成分を合算したるに尙ほ水溶性窒素に満たざるもの多きを認めたり。殊に H_2 , H_3 , H_4 の 3 點に於て甚だしきものあるを認めたるが之等は何れも原料の一部として使用したる動植物質肥料の有機態窒素が可溶性となりたるに起因するものなるべし。

チオ尿素 何れの供試品に於ても存在を認めず。

以上の結果に依ればシアナミツドより變化せらるるアンモニアの量は不明なれども尿素有量のフオスファゾートを除き一般に少なく反つてデシアンヂアミツド、グアニルウレア、グアニジンの如き肥効劣り且つ場合に依りては植物の生育上障害を及ぼすことありとせらるるもの寧ろ多く生成せられたるを認めたり。従つてかかる窒素化合物を多量に含有する肥料は其肥効に就ても相當考慮せざるべからず。依つて石灰窒素を原料とする此種

肥料の製造業者並びに消費者は之等の點に注意するを肝要とす。

終に臨み本研究に寺尾、鹽入兩技師の懇篤なる御助言を深謝す。なほ本研究の施行に當りて多くの助力を煩はしたる小畑秀雄氏に對し厚くその勞を謝す。

ON THE FORM OF NITROGEN CONTAINED IN FERTILIZERS MANUFACTURED BY CALCIUM CYANAMIDE AS RAW MATERIAL (*Résumé*)

By

Yoshizo HAYASHI

In Japan calcium cyanamide has been recently used very often as raw material for manufacture of fertilizer. The purpose of the procedure is to change nitrogen of calcium cyanamide into ammonia or urea, but sometimes the author found that calcium cyanamide was changed to the other compounds, that is, dicyandiamide, guanylurea, guanidine, etc., which will hinder the growth of plants. Our study has been made on the form of nitrogen contained in the fertilizers made from calcium cyanamide.

The samples were collected from various localities of the country. The total number of samples used for the chemical analyses was 28 (among them, one sample was foreign-made). The records of chemical analyses are shown in Table I and II (pp. 198-200), of which a summary is as follows:

Dicyandiamide was especially found abundantly among the fertilizers not treated with sulphuric acid, guanylurea found only in those treated with same acid, and guanidine in those used sulphate of ammonia.

文 獻 Literature

1. BUCHANAN, G. H. Qualitative Scheme for Detection of Cyanamide and Related Compounds.—*Jl. Ind. Eng. Chem.* 15: 6, 637-640. 1923.
2. BLAIR, J. S. and BRAHAM, J. M. Preparation of Guanidinium Salts from Calcium Cyanamide.—*Jl. Ind. Eng. Chem.* 18: 8, 848. 1924.
3. COCHET, A. Manufacture and Analysis of the new Ureic Fertilizer obtained from Cyanamide.—*Ann. fals.* 18: 396-412, 468-476. 1925; cf. *C. A.* 20: 258. 1926.
4. GARBY, C. D. Dicyandiamide: A Rapid, Direct Method for its Determination in Cyanamide and mixed Fertilizers.—*Jl. Ind. Eng. Chem.* 12: 1107. 1920.
5. HARGER, R. N. The Determination of Dicyandiamide.—*Jl. Ind. Eng. Chem.* 17: 266. 1925.
6. JONA, T. Einwirkung von Schwefelsäure auf das Calciumcyanamid.—*Chem. Zentralb.* 1: 516-517. 1908; *Gas. Chim. Ital.* 37: 11, 558-562. 1907.
7. KAPPEN, H. Ueber die Veränderungen des Kalkstickstoffs und des Stickstoffkalkes beim Lagern und die Methode zu ihrer Bestimmung.—*Landw. Vers. Stat.* 70: 445. 1909.
8. MATHEWS, D. J. The Determination of Ammonia in Soil.—*Jl. Agr. Sc.* 10: 73. 1920.
9. MARSHALL, E. K. A Rapid Clinical Method for the Estimation of Urea in Urine.—*Jl. Biol. Chem.* 14: 283-90. 1913.
10. Report on the Fixation and Utilization of Nitrogen. No. 2041. 223-228. 1922.
11. SÖLL, J. and STÜTZER, A. Mitteilungen über einige neue Verbindungen die aus Guanylharnstoff und aus Diguand erhalten werden.—*Ber. d. Deutsch. Chem. Gesell.* 42: 4534. 1909.
12. VORZARIK, V. A. Verfahren zur Bestimmung von Guanidin.—*Zeitschr. f. Angew. Chem.* 15: 670-72. 1902.
13. WERNER, E. A. The Chemistry of Urea.—*Monographs on Biochem.* 81-87. 1923.

石灰窒素の貯藏中に於ける理化學的變化

並びに貯藏石灰窒素の肥效試験

技師 林 義 三

技手 清 水 隆 一

石灰窒素は特殊の理化學的性質を有するものにして其の取扱法に就ては特に考慮すべき點少なからず。而して歐米に於ては水及び油を添加したる石灰窒素を麻袋入として取扱はるるもの多きが、此の種の輸入品が屢々包装の破損又は内容の變質等のために商取引上並に肥料取締上に於て事故を生じたる實例少なからず。而してその原因は主として石灰窒素の貯藏中に於ける變化に在ることを疑なきを以て、之に就て特に研究せんとし、昭和三年以來予等は其の貯藏試験を試みたり。

元來石灰窒素は之を空氣中に放置する時は水分並に炭酸を吸収して重量を増加すること共に、化學成分に變化を生じて主要成分たるシアナミッド石灰のシアナミッドはデシアンヂアミッド、尿素、アンモニアに變化す。また石灰窒素中に殘存せる炭化石灰は水分と作用しアセチレン瓦斯を發生して危險を伴ふことあり。更に該肥料は微細粉末なるを以て其の取扱に際し飛散し易きのみならず、不注意に取扱ふ時は人體に吸引され、また皮膚に附着し有害作用を及ぼすの恐れあり。上述の如き關係により石灰窒素は由來罐入として販賣せらるるが、この方法は石灰窒素の變質を防ぐには勿論有效なれども包装費稍高きを缺點とす。而して現在歐米に於て廣く使用せらるる方法としては、適量の水と油を添加したる後之を麻袋に包装するものにして、此種の包装製品は大正の末年頃歐洲より本邦に輸入せられたり。而してその包装は初めは單に二重麻袋に強靱なる紙を内張りしたるものを用ひたりしが、着荷後破損すること多かりしがため更に之を改良して二重麻袋の内側に強靱なる防濕紙をタールにて密着せしめたり。この改良方法は従前のものに比して概して優れるも本邦の如き濕氣多き所に於ては尙ほ

完全なる包装なし難きものにして、此の種の輸入品も往々商取引上並に肥料取締上の保證成分その他の點につきて問題を起したり。

本報の實驗は前述の如き輸入製品に於ける實際問題に依りて導かれたるものにして、前記外國產袋入石灰窒素に就て實驗を企てたるが、當時偶々日本窒素肥料株式會社水俣工場に於て類似の製品を「油入石灰窒素」の名稱にて市販せんとしたるに依り該品をも試料に加へたり。而して之等試料を當場内の倉庫に貯藏し、貯藏中に於ける理化學的性質の變化を調査すると共に、或る期間貯藏したる後のものを用ひて肥效試驗をも行ひたり。

尙ほ本邦に於て最近に至り新考案して紙袋包装のものの販賣せらるるに至れり。之に就ても特に實驗を試みたるがその結果は追て報告せんす。

供試品及び試驗方法

1) 供 試 品

貯藏試驗に供用したる袋入石灰窒素は次の三種なり。

A) 外國產油入石灰窒素——チェッコスロバキア製品、昭和三年六月に横濱に到着、100 匁入袋三個(各袋を夫々 a, b, c とす)。包装は二重麻袋にしてその内袋の内側には防水紙をタールにて密着せしもの。

B) 内地產油入石灰窒素——日本窒素肥料株式會社水俣工場製品、昭和三年六月二十一日に同工場より積出、50 匁入袋三個(各袋を夫々 d, e, f とす)。包装は二重麻袋にして更に内部に防水紙袋を以てし袋の外側に繩を懸けたるもの。

C) 内地產普通石灰窒素——製造所、包装容量等全て同上、供試袋三個(夫々 g, h, i とす)。

上記各供試品は昭和三年七月二日當場に到着したり。

七月十一日に各袋を秤量したるにその結果は次の如し。

	匁(kg)	匁(kg)	匁(kg)
A 外國產油入石灰窒素	(a) 101.580	(b) 103.950	(c) 104.170
B 内地產油入石灰窒素	(d) 52.950	(e) 52.850	(f) 52.950
C 内地產普通石灰窒素	(g) 53.100	(h) 53.540	(i) 53.260

[註] 各袋の重量は風袋量を差引けり。包装當時の正味量 A は不詳なれども B 及び C は約 50.7 匁、故に上記秤量迄(約 20 日間経過)の重量増加量 B は平均 4.4%、C は 5.2%。

分析試料を A の c, B の f, C の i より採取し分析を行ひたり。即ち次の如し。

第一表 貯藏當初の供試品分析成績 (七月十一日採取)

Table I. Results of Chemical Analyses of the Samples at the Start of Storage (Taken on July 11, 1928).

供試品 Samples	水分 Moisture %	全窒素 Total N %	シアン性窒素 Cyanamide N %	ジシアン性窒素 Dicyan-di. N %	尿素性窒素 Urea N %	石灰 CaO %	炭酸 CO ₂ %	油分 Oil %	炭素 Carbon %
A 外國產油入	1.40	18.46	18.08	0.03	0.10	57.43	0.28	4.84	17.23
B 内地產油入	1.08	18.04	17.79	0.01	0.05	59.97	0.16	1.25	14.25
C 内地產普通	0.10	17.85	17.23	0.00	0.00	63.47	0.42	0.00	13.70

Note: A—Foreign-made Ca. Cy. (Hydrated and Oiled); B—Home-made Ca. Cy. (Hydrated and Oiled);
C—Home-made Ca. Cy. (Untreated).

2) 貯藏倉庫並に貯藏方法

各袋は七月二日當場到着後直ちに場内三階建コンクリート倉庫の一階に搬入し高さ三尺の木製臺上に並列して貯藏せり。貯藏倉庫の窓は調査時以外は殆んど開放せざりき。

昭和三年八月乃至昭和四年七月に於ける庫内の溫度並に濕度を自記寒暖計及び自記濕度計を用ひ觀測せり。觀測結果により本倉庫は一日中に於ける溫度の高低殆んどなく、又各日に於ける外氣の溫度並に濕度の高低の影響も急激に受けることなきを知りたり。觀測せし溫度並に濕度を月別平均を以て示せば次の如し。

第二表 貯藏庫内の濕度並に溫度 (月別平均)

Table II. Records of Atmospheric Temperature and Relative Humidity in the Warehouse, 1928-1929. (monthly average)

月別 Months	VIII	IX, 1-17	IX, 18-30	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
溫度 Atmos. Temp. (°C)	24.5	27.0	23.5	19.0	13.5	8.5	4.0	5.0	7.5	13.5	16.5	21.0	26.0
濕度 Relative Humidity	91.0	90.5	91.5	87.0	79.0	68.0	66.0	60.0	62.0	80.0	83.0	86.0	89.0

3) 重量調査並に分析試料採取の期日

各袋の重量調査並に分析試料の採取を行ひたる期日ご各時期に於ける分析試料採取の袋は次の如し。

秤量並に試料採取期日	分析試料を採取せし袋
昭和3年 (1) 7月11日	Aのc, Bのf, Cのiより採取
(2) 7月26日	同上
(3) 8月11日	同上
(4) 9月11日	同上
(5) 10月11日	(分析試料は採取せず)
(6) 12月12日	Aのc, Bのf, Cのiの各部分
昭和4年 (7) 4月10日	(分析試料は採取せず)
(8) 6月13日	同上
(9) 7月22日	Aのa, Bのd, Cのgの各部分及び各一袋の平均
昭和5年 (10) 6月11日	Aのb, Bのe, Cのhの各部分及び各一袋の平均

4) 分析試料採取方法

昭和三年七月乃至九月に於ける試料(前記1—4)の採取には先づ各袋の縫口を開き、特殊の採取器(檢土杖に多少の改造を加へたるもの)を用ひ試料を採取したり。

各供試品さも時日の経過と共に袋面に接近せる部分の試料は固結し内部と比較するに性狀を異にしたるを以て昭和三年十二月(試験着手後5ヶ月目)以後に於ては各供試袋(前記の6,9及び10)を四等分し其對角の一對に就き袋面に接近せる部分より中心までを三乃至五部分に分ち(最外側、外側、内側並に中心等の部分として)試料を採取し、尚ほ他の對角の一對につき全部を混合し四分法により平均試料を採取したり。

5) 分析成分並に分析方法

各時期に採取せし分析試料につき全窒素、シアナミッド性窒素、デシアンデアミッド性窒素、尿素性窒素、水分、炭酸、石灰を分析したり。但し特に試験着手當初の七月十一日採取の分は上記成分の外油分、炭素をも分析したり。その分析方法は石灰、炭素に就ては大正二年當場刊行の肥料分析法に依りその他は次の方法に依りたり。

- 1) 全窒素 WIESSMANN[11]に記載の方法により分解剤として酸化水銀、硫酸加里、硫酸を用ひたり。
- 2) シアナミッド性窒素 昭和二年當場刊行の肥料分析參考資料記載(34—35頁)の Perotti 法を KAPPEN が改良したる方法に依りたり。
- 3) デシアンデアミッド性窒素 供試品の一定量をアセトンにて處理しデシアンデアミッドを抽出したる後同上肥料分析參考資料(36—38頁)の HARGER のピクリン酸銀法に依りたり。
- 4) 尿素性窒素 同上肥料分析參考資料に記載(41—43頁)のウレアーゼを使用する方法に依りたり。
- 5) 炭酸 Schrödter 法又は Troug 法に依りたり。
- 6) 水分 試料5瓦を Abdelhalden 眞空乾燥器に入れ恒量となるまで乾燥しその減量を以て水分量としたり。
- 7) 油分 Soxlet 脂肪浸出器に依り試料5瓦をエーテルにて浸出し浸出せられたる物量を以て油分としたり。

貯 藏 試 験 成 績

1) 外觀上の變化

前記供試品は各袋とも期日の経過と共に容積膨大したり。その最も著しかりしは普通石灰窒素 C にして、試験着手 15 日後(七月二十六日)に於て容積増加のため 3 個とも懸繩切斷し 1 ヶ月後(八月十一日)に於ては袋の側方の縫目破れ石灰窒素の一部溢出するに至れり。内地産油入石灰窒素 B は 2 ヶ月後(九月十一日)に既に懸繩切斷し袋の側方の縫目一部分破損し、外國産油入石灰窒素 A は 1 ヶ年後に於て袋に少しく破損を見たり。

油入石灰窒素の A 及び B は貯藏 3 ヶ月目頃より袋面に接近する部分固結し堅き塊となり、時日の経過と共にその程度著しく増進し試験着手後 1 ヶ年目に於ては A は袋面の接近部分約 7 糎、B は約 4 糎が特に固結甚だしく、之等の部分は金槌を用ひ漸く崩壊し得る程度となれり。然るに普通石灰窒素 C は貯藏 5 ヶ月目頃より袋面接近部分幾分固化し漸次その程度増進せしが A 及び B に比し甚だ少なかりき。之等固結の程度は各供試品の貯藏中に於ける重量並に化學成分の變化に關係を及ぼすが如し。

試験着手後 1 ヶ月目に於て庫内にアンモニアの臭氣を感じたるを以て水にて濕したる赤色リトマス試験紙を貯藏場所に接近せしめたるに青色に變化したり。故に臭覺並にリトマス試験紙により各袋のアンモニア發散の程度を検したるに A は B よりも發散著しく C は全く發散せざるを認めたり。

爾來時々アンモニアの發散を検したるに漸次發散程度は増加し C に於ても試験着手當初より 5 ヶ月目頃に至りアンモニアの少しく發散するを認めたり。即ち之に依れば、各供試品とも貯藏期日の経過に伴ひアンモニアの生成あり従ひて窒素の損失あるは明かにして、その生成は油入石灰窒素に於て速かなり。

2) 重量の變化

昭和三年七月十一日より同四年七月二十二日に至る間に於て 9 回、他に昭和五年六月十一日に各袋を秤量したり。その結果より各期日に於ける重量増加及びその増加割合を示せば第三表の如く、また試験着手當初の重量に對する各期の重量増加量を百分率にて示せば第一圖の如し。

第三表 貯藏各期に於ける重量増加量調査成績
Table III. Results of Increase in Weight at each Period during Storage.

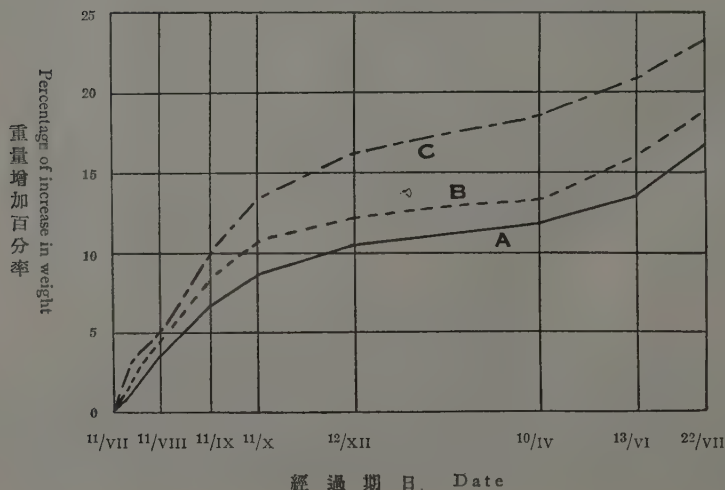
年 月 日 Year, Date	A 外國産油入石灰窒素 Foreign-made Ca. Cy. (Hydrated & Oiled)		B 内地産油入石灰窒素 Home-made Ca. Cy. (Hydrated & Oiled)		C 内地産普通石灰窒素 Home-made Ca. Cy. (Untreated)	
	kg	%	kg	%	kg	%
昭和3(1928) VII. 11	(103.950)*	—	(52.850)*	—	(53.540)*	—
VII. 26	1.670	1.6	1.150	2.2	1.700	3.2
VIII. 11	2.080	2.0	0.960	1.8	0.900	1.6
IX. 11	3.100	2.9	2.260	4.1	2.740	4.9
X. 11	2.300	2.1	1.300	2.3	1.900	3.2
XII. 12	1.950	1.7	1.000	1.7	1.480	2.4
" 4(1929) IV. 10	1.650	1.4	1.050	1.8	1.470	2.4
VI. 13	2.090	1.8	1.200	2.0	1.350	2.1
VII. 22	3.160	2.7	1.350	2.2	1.270	2.0
" 3(1928) VII. 11	18.000	17.3	10.270	19.4	12.810	23.9
4(1929) -VII.22						
" 5(1930) VI. 11	9.050	7.4	4.130	6.5	3.760	5.7
" 3(1928) VII. 11	27.050	26.0	14.400	27.2	16.570	30.9
" 5(1930) -VI. 11						

[註] 本表にはAはb, Bはe, Cはh袋に就ての調査成績を示せるも各期日に於て各袋の重量調査の結果は供試品の種類によりその重量増加の傾向殆んど一致せるを見たり。*は試験当初の一袋の重量(風袋量を差引く)。

Note: The data are for 3 bags (b from A, e from B, and h from C). * Net weight of original bag.

第一圖 貯藏一ヶ年間に於ける各供試袋の重量増加の割合

Fig. I. Percentage of Increase in Weight of each Bag during Storage of one Year.



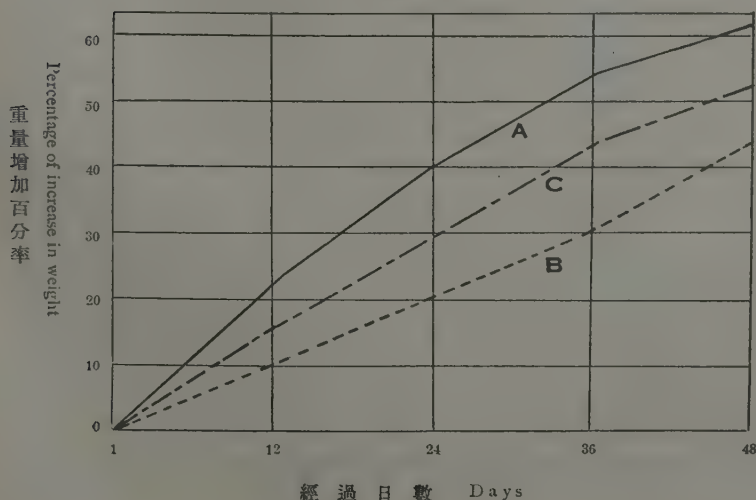
第三表の成績並に第一圖に依れば各供試品は何れも時日の経過に伴ひ重量漸次に増加せり。この重量増加の状態は貯藏時日の長短よりも寧ろ貯藏期間中の温度並に湿度に影響せらるるものにして、温度高く湿度多き期間に重量増加割合大なり。この關係は第二表貯藏庫内の温度並に湿度調査表を参照すれば明かに認め得らるべし。而してかくの如き事實は MEYER 及び GORKOW [7] JACOB, KRASE 及び BRAHAM [3] の既に觀察せる所に一致せり。

貯藏中の重量増加に關する各供試品間の差異を検するに第三表及び第一圖に於て見るが如く普通石灰窒素 C は重量の増加最も多く内地產油入石灰窒素 B 之れに亞ぎ外國產石灰窒素 A 最も少し。之に就て考ふるに B 及び C は包裝様式並に包裝量同一なるを以て兩者の重量増加上の差異は油入たるに然らざるに因るものなるべし。又 A に於て重量増加割合最も少なきは該品が油入なるのみならず、その包裝様式が内地品と異なり、且つ包裝量に於て B 及び C は 50 匁入なるに對し A は 100 匁入にして、包裝の單位重量に對する其の表面積の割合が比較的少なきに因るものなるべし。

上述の觀察に基き予等は各供試品の内容物自體が水分及び炭酸の吸収に

第二圖 各試料百瓦を室内に放置したる際の重量増加の割合

Fig. 11. Percentage of Increase in Weight, of each Sample (taken 100 grs) during Storage in the Room.



依る重量増加に關して、果して如何なる差異を有すべきかを一層正確に知らんが爲に次の實驗を試みたり。即ち A, B, C の試料 100 瓦宛(試験着手當初に採取して密封保存せしもの)を徑 20 ㎞の硝子皿に採り溫度 15 度内外にて濕度殆んど飽和の室内に四十八日間放置しその間十二日間毎に秤量したり。その結果は第二圖に於て見る如く A は B 及び C に比し重量の増加割合は却て多きを示せり。尙ほ實驗期間を延長し或は溫度及び濕度等の條件を異にして實驗する場合に於ては、實驗結果に多少の相違を來すべきやも知れざるが、前記の事實に依り兎に角供試品 A の内容物自體は重量増加量が本來少なきものに非ざることを認め得べし。従つて貯藏試験に於て供試品 A の重量増加が少なかりしは先に述べたる如く恐らく包裝様式並に包裝量と密

第四表 貯藏各期に於ける採取試料分析成績

(1) 外國產油入石灰窒素

採 取 年 月 日 Date of Sampling	試 料 採 取 部 分 別 (弧内は袋面よりの深さ) Samples taken from (Depth from the surface of bag)	試 料 百 分 中				
		水 分 Moisture	炭 酸 CO ₂	石 灰 CaO	全窒素 Total N	結合性窒素 Cyanamide N
昭和 3.VII.11 (1928) VII.26 (c) VIII.11 IX.11	平 均 Average	1.40	0.28	57.48	18.46	18.08
	" "	1.77	—	56.48	18.13	—
	" "	2.18	—	54.81	17.61	—
	" "	—	—	54.44	17.47	—
昭和 3. (1928) XII.12 (c)	外 側 Exterior { I (— 1.5cm)	3.05	6.22	43.21	13.38	3.15
	外 側 Exterior { II (1.5— 3 "	3.18	0.99	52.57	16.71	12.97
	内 側 Interior { I (3— 7 "	2.17	0.86	54.61	17.52	16.08
	内 側 Interior { II (7— 12 "	1.70	0.41	55.50	17.79	16.25
	中 心 Center { (12— 18 "	1.49	0.29	55.95	17.98	16.62
	平 均 Average	2.13	1.78	50.63	15.73	9.55
昭和 4. (1929) VII.22 (a)	最外側 Exterior I (— 3cm)	3.43	4.02	46.70	14.46	4.92
	外 側 Exterior II (— 7 "	3.71	2.79	46.98	14.56	5.49
	内 側 Interior (7— 14 "	2.50	0.62	53.50	17.07	14.29
	中 心 Center (14— 18 "	2.21	0.52	54.83	17.55	15.60
	平 均 Average	2.13	1.78	50.63	15.73	9.55
	平 均 Average	2.13	1.78	50.63	15.73	9.55
昭和 5. (1930) VI.11 (b)	外 側 Exterior (— 9cm)	4.92	12.84	40.07	12.05	1.14
	内 側 Interior (9— 18 "	3.65	1.06	47.88	14.77	4.11
	中 心 Center (18— 22 "	2.39	0.55	53.38	16.84	11.69
	溢出物 Portion ran out from bag	4.51	7.79	42.85	13.26	1.12
	平 均 Average	3.93	2.53	45.70	14.16	3.53
	平 均 Average	3.93	2.53	45.70	14.16	3.53

[註] 第四表に示せる水分の定量法は分析成分並にその分析方法の項に記載の如く Abdelhalden 真空乾燥器により試料を乾燥定量せし結果なるを以て吸收せられたる水分にて石灰窒素中の石灰と化合し水酸化石灰等に變化せ

接なる關係を有するものなるべし。

尙ほ先に 1) 外觀上の變化の項に於て述べたる如く、水及び油を添加せる石灰窒素即ち A 及び B に於ては普通石灰窒素 C に比し袋面に接近の部分が時日の経過と共に著しく固結せり。この状態は當然重量増加の原因をなす水分及び炭酸が内部に透通するを妨ぐべく、従て供試品 A 及び B が C より貯藏中の重量の増加少なき事に或程度の關係を有するものなるべし。

3) 貯藏中の化學成分の變化

先に掲げたる試料採取の各期日に於て採取せる分析試料に就き、化學分析を行ひたる成績は第四表の如し。而して本表に依り (i) 化學成分の變化 (ii) 窒素の損失に就て論ぜん。

Table IV. Results of Chemical Analyses of the Samples taken at each Period during Storage.

(I) Foreign-made Calcium Cyanamide (Hydrated and Oiled).

% in samples		全 窒 素 百 分 中 %, total N as			N CaO %	備 考
ジシアミド性窒素 Dicyandiamide N	尿素性窒素 Urea N	シアミド性窒素 Cyanamide N	ジシアミド性窒素 Dicyandiamide N	尿素性窒素 Urea N		
0.03	0.10	97.9	0.2	0.5	32.12	
—	—	—	—	—	32.10	
—	—	—	—	—	32.13	
—	—	—	—	—	32.09	
7.47	1.56	23.5	55.8	11.7	30.97	{ 固結せし部分 (アンモニアの臭氣あり)
1.93	0.98	77.6	11.5	5.9	31.79	
0.15	0.56	91.8	0.9	3.2	32.08	
0.28	0.30	91.3	1.6	1.7	32.05	{ (アンモニアの臭氣なし)
0.05	0.21	92.4	0.3	1.2	32.14	
6.53	1.50	34.0	45.2	10.4	30.96	固結著しき部分 固結せし部分 (最外側も含む)
6.54	1.29	37.7	44.9	8.9	30.99	
1.22	1.04	83.7	7.1	6.1	31.91	
0.59	0.71	88.9	3.4	4.0	32.01	
4.11	1.13	60.7	26.1	7.2	31.44	
8.11	2.03	9.5	67.3	16.8	30.07	固結著しき部分 幾分固結せし部分
6.64	1.80	27.8	45.0	12.2	30.85	
1.35	1.69	69.4	8.0	10.0	31.55	{ 袋の破損箇所より溢出せしものは全重量の約 3 %
8.10	2.20	8.4	61.1	16.6	30.95	
7.98	1.80	24.9	56.4	12.7	30.98	

しものは本定量の水分量に含まれざるがため實際に吸収せられし水分量は本實驗成績の結果より多きものなるべく、特に普通石灰窒素 C は酸化石灰の形態の存在多きため然るべし。

第四表 (II) 内地産油入石灰窒素

採取年月日 Date of Sampling	試料採取分別 (弧内は袋面よりの深さ) Sample taken from (Depth from surface of bag)	試料百分中				
		水分 Moisture	炭酸 CO ₂	石灰 CaO	全窒素 Total N	シアン系窒素 Cyanamide N
VII. 11	平均 Average	1.08	0.16	59.97	18.04	17.79
昭和3. VII. 26	" "	1.15	—	60.31	18.13	—
(1928) VIII. 11	" "	1.22	—	58.57	17.56	—
(f) IX. 11	" "	—	—	58.06	17.42	—
	外側 Exterior	—	—	53.04	15.57	—
昭和3. (1928) XII. 12	外側 Exterior (— 3cm)	2.18	4.55	49.65	14.59	6.96
(f)	内側 Interior I (3—7″)	1.61	0.48	56.15	16.85	13.70
	内側 Interior II (7—12″)	1.43	0.49	67.08	17.13	14.91
	中心 Center (12—18″)	1.31	0.39	57.26	17.23	15.76
昭和4. (1929) VII. 22	最外側 Exterior I (— 2cm)	2.31	16.33	43.57	12.83	4.27
(d)	外側 Exterior II (— 4″)	2.74	8.30	46.62	13.75	4.27
	内側 Interior (4—10″)	1.81	0.73	55.72	16.66	12.73
	中心 Center (10—20″)	1.46	0.59	56.61	16.93	14.45
	平均 Average	2.05	3.42	50.16	14.92	10.05
昭和5. (1930) VI. 11	外側 Exterior (— 5cm)	3.48	16.73	42.72	12.05	1.25
(e)	内側 Interior (5—10″)	1.97	1.30	53.70	15.53	4.62
	中心 Center (15—25″)	1.92	0.56	53.69	15.81	10.34
	溢出物 Portion ran cut from bag	3.14	22.67	41.02	11.53	0.86
	平均 Average	2.94	7.78	46.43	13.23	2.40

第四表 (III) 内地産普通石灰窒素

VII. 11	平均 Average	0.10	0.42	63.47	17.85	17.23
昭和3. VII. 26	" "	0.21	—	62.64	17.61	—
(1928) VIII. 11	" "	0.47	—	59.72	16.79	—
(i) IX. 11	外側 Exterior	1.11	—	56.21	15.81	—
	内側 Interior	—	—	61.55	17.28	—
	外側 Exterior	—	—	52.24	14.67	—
昭和3. (1928) XII. 12	外側 Exterior (— 3cm)	3.42	12.31	43.62	12.05	2.30
(i)	内側 Interior I (3—7″)	2.52	6.16	48.20	13.27	4.21
	内側 Interior II (7—12″)	0.94	1.02	56.36	15.72	12.78
	中心 Center (12—18″)	0.68	0.87	58.60	16.38	14.70
昭和4. (1929) VII. 22	最外側 Exterior I (— 2cm)	3.04	17.58	42.37	11.49	2.67
(g)	外側 Exterior II (— 6″)	3.00	10.84	45.02	12.23	2.67
	内側 Interior (6—22″)	0.84	0.98	56.79	15.83	11.16
	中心 Center (22—26″)	0.55	0.64	57.03	15.94	12.21
	平均 Average	1.73	5.30	51.12	14.25	7.43
昭和5. (1930) VI. 11	外側 Exterior (— 8cm)	3.65	12.32	45.45	11.84	0.45
(h)	内側 Interior (8—20″)	2.56	1.16	50.54	13.65	1.88
	中心 Center (21—28″)	1.43	0.66	53.05	14.49	4.86
	溢出物 Portion ran out from bag	3.88	23.30	29.54	10.56	0.24
	平均 Average	2.56	6.74	48.15	13.00	1.12

Table IV. (II) Home-made Calcium Cyanamide (Hydrated and Oiled).

% in samples		全 窒 素 百 分 中 %, total N as			N CaO %	備 考
チアンアミド 性窒素 Dicyandiamide N	尿素性窒素 Urea N	チアンアミド 性窒素 Cyanamide N	チアンアミド 性窒素 Dicyandiamide N	尿素性窒素 Urea N		
0.01	0.05	98.6	0.1	0.3	30.08	袋の破損箇所より採取
—	—	—	—	—	30.06	
—	—	—	—	—	29.98	
—	—	—	—	—	30.00	
5.01	—	—	32.2	—	29.36	
5.39	—	47.7	36.9	—	29.39	固結せし部分 (アンモニアの臭氣著し)
1.88	—	81.3	11.2	—	30.01	
0.73	—	87.0	4.3	—	30.01	
0.65	—	91.5	3.8	—	30.09	
5.41	2.10	33.3	42.2	16.4	29.45	固結の著しき部分 固結せし部分(最外側を含む)
7.12	1.60	31.1	51.8	11.6	29.49	
2.30	0.70	76.4	13.8	4.2	29.90	
1.17	0.42	85.1	6.9	2.5	29.99	
3.53	0.84	67.4	23.7	5.6	29.74	
7.70	1.87	10.4	63.9	15.5	28.21	固結の著しき部分 幾分固結せし部分 {袋の破損箇所より溢出せしものは全重量の約7%
8.60	1.30	29.7	55.4	8.4	28.92	
2.93	1.04	65.4	18.5	6.6	29.45	
6.54	2.56	7.5	56.7	22.2	28.11	
7.73	1.68	18.1	58.4	12.7	28.50	

Table IV. (III) Home-made Calcium Cyanamide (Untreated).

0.00	0.00	96.5	0.0	0.0	28.12	袋の破損箇所より採取 内部より採取 袋の破損箇所より採取
—	—	—	—	—	28.11	
—	—	—	—	—	28.11	
1.04	—	—	6.6	—	28.13	
—	—	—	—	—	28.07	
6.63	—	—	45.2	—	28.08	少しく固結せし部分
6.95	1.40	19.1	57.7	11.6	27.62	
6.87	0.88	31.7	51.8	6.6	27.53	
1.72	0.07	81.3	10.9	0.4	27.89	
0.74	0.05	89.7	4.5	0.3	27.95	
7.35	1.40	23.2	64.0	12.2	27.12	幾分固結せし部分 同上(最外側も含む)
8.10	1.39	21.8	66.2	11.4	27.17	
3.11	1.11	70.5	19.6	7.0	27.87	
2.05	0.84	76.6	12.9	5.3	27.95	
5.29	1.22	52.1	37.1	8.6	27.88	
7.55	1.42	3.8	63.8	12.0	26.05	固結せし部分 幾分固結せし部分 {袋の破損箇所より溢出せしものは全重量の約12%
7.89	1.44	13.8	57.8	10.5	27.01	
5.81	1.24	33.5	40.1	8.6	27.31	
6.93	1.93	2.3	65.6	18.3	26.71	
7.65	1.44	8.6	58.8	11.1	27.00	

(i) 化學成分の變化

第四表の分析成績に依れば貯藏時日の経過するに伴ひて各供試品とも炭酸及び水分の含量増加し、之に反し全窒素並に石灰の量(%)は減少せり。また窒素に就ては全窒素に對するシアナミッド性窒素は減少しデシアンデアミッド並に尿素態の窒素増加せり。之等の關係は從來MEYER[6]及びMILO[8]が普通石灰窒素の袋入につき、又JACOB, KRASE, BRAHAM[3]が水及び油添加の石灰窒素の袋入につきて貯藏試験を行ひたる成績に於て既に明かにせる所にして、尙ほ之等の諸氏は炭酸及び水分の増加は外氣の影響を受け易き袋面接近の部分の内容物に特に多く、また其の部分は窒素の形態に於てデシアンデミッド及び尿素に變化したる量多きを報告せり。斯の如き事實は予等も第四表に示す昭和三年十二月以後二期に於て採取せる試料の分析成績により明かに認めたり。即ち各供試品の各時期の分析成績に於て何れも内容物の袋表面に接近する部分の試料は内部の試料に比し炭酸及び水分の増加量多く且つ窒素成分のデシアンデアミッド及び尿素に變化したる量多し。之れ袋面に接近せる部分は外氣の影響を受け易く、從つてその部分に炭酸及び水分の増加を來し窒素成分も變化するに至りしものなるべく、この成分變化に外氣の影響大なるこは昭和五年六月の各供試品の分析成績に於て袋の破損箇所より溢出せし内容物、即ち外氣に直接接觸したる部分の試料が其他の部分に較べ成分上の變化多きによりて窺知し得べし。

次に各供試品即ち外國產油入石灰窒素A、内地產油入石灰窒素B及び内地產普通石灰窒素C相互間の成分變化を見るに第四表の昭和四年七月採取の平均試料に於ては重量増加の最も多かりしCが炭酸の増加量並に窒素成分のデシアンデアミッド並に尿素に變化したる量多く、B之れに亞ぎA最も少なきを示せり。この事實は前記の期日並に昭和三年十二月及び五年六月採取の内容物各部分別による試料の分析結果を比較觀察するに於ても同様な關係あるを窺知し得べし。尙ほ各供試品間の内容物の部分による成分の變化の關係を見るにA及びBの油入石灰窒素は袋の表面に接近せる部分が内部に較べ成分の變化多く、兩部分の間には格段の相違あり、特にAに於て著し。然るにCに於ては勿論斯の如き相違あれどもA及びBに比較する時は成分の變化内部にまで及べる事多きを知るべし。

以上述べしが如く C は A 及び B に較べて成分上の變化多く且つその變化は内部にまでも及ぶこと多きは次の理由によるものなるべし。即ち先に外觀上の變化に於て述べたるが如く水及び油添加の石灰窒素 A 及び B は貯藏期日の経過に伴ひ袋の表面に接近する部分固結し來り遂に堅く且つ緻密に層狀となり固まる性狀を有するに、之に反し C に於ては斯の如き性狀遙かに少きを以て、この狀態の相違が當然外氣の水分及び炭酸の影響を或程度に抑制しその内部にまで透過するを妨け、從つて成分の變化に上記の如き結果を示したるものなるべし。而して又上述の如く B は A に比し成分の變化多きも B は A に比較するに袋の表面に接近の部分の固結狀態幾分少なりしを以て上記と同關係により相違を生じたるものなるべし。

尚ほ A が B 及び C に較べて各期の平均試料に於て成分の變化最も少なりしは上述せし理由の外に重量の變化に於て述べたると同様、A は B 及び C とは包裝様式並に包裝重量が異なるに起因せしものあるべく、且つまた貯藏袋の破損時期及びその程度が影響したるものあるべし。

(ii) 窒素の損失

石灰窒素貯藏中に於ける窒素の損失に關する從來の研究成績によれば De CILLIS[1] KAPPEN[4] HENSCHELL[2] PRANKE[9] 等は時日の経過に伴ひ窒素量(%)は漸次減少すれども重量に増加あるを以て窒素の絶對量に於ては損失せずと結論せり。然れども MILO[8] がジャバに於て溫度並に濕度高き場所に普通石灰窒素の袋入を貯藏試験したる結果は時日の経過に伴ひアンモニアの逸散を認めたりと云ひ、又度々引用したる JACOB, KRASE 及び BRAHAM[3] が水及び油添加の石灰窒素の袋入を 1 ヶ年間貯藏試験したる成績によれば試験當初の窒素量に對し 2—7% の窒素の損失ありて、その損失は試験當初に於ては石灰窒素中に存在する Metallic Nitrides に水分が作用し逸散するもの少量あるべきも時日經過後はシアナミッドより變化せる尿素が更に炭酸アンモンに變化しアンモニアとして損失するに原因せしものなるべしとせり。

予等の試験に於ては外觀上の變化に於て述べたるが如く油入石灰窒素 A 及び B は試験着手後 1 ヶ月目より普通石灰窒素 C は約 5 ヶ月目頃よりアンモニアの發散ありて其の發散は時日の経過に伴ひ著しかりしを以て、何れも窒素の損失ありたるは明かなり。故に貯藏各期の窒素損失量を知らんが

ため各期の全窒素量と重量とにより各期の窒素絶対量を求め之れより比較算出する方法と、他に全窒素量と石灰量の關係より算出する方法とにより窒素損失量を求めたるに試験當初の1ヶ月目及び2ヶ月目に於ては損失の有無を判定し得ざる結果なりしも、貯藏1ヶ年後及び2ヶ年後に於ては各供試品とも窒素の損失あるを示し兩算出結果は第五表の如く略一致せり。

第五表 貯藏後1ヶ年目及び約2ヶ年目に於ける
各供試品の窒素損失量の算出

供試石灰窒素	A 歐洲産油入		B 内地産油入		C 内地産普通	
貯藏期間 (調査袋)	1ヶ年目 (a袋)	約2ヶ年目 (b袋)	1ヶ年目 (d袋)	約2ヶ年目 (e袋)	1ヶ年目 (g袋)	約2ヶ年目 (h袋)
全窒素と重量關係より算出						
試験當初の1袋重量 kg	101.580	103.950	52.950	52.850	53.100	53.540
同上の全窒素 %	18.46	18.46	18.04	18.04	17.85	17.85
同1袋中の全窒素 kg (1)	18.752	19.189	9.552	9.534	9.478	9.557
各期の重量 kg	116.980	131.000	63.300	67.250	66.110	70.110
各期の全窒素 %	15.73	14.16	14.92	13.23	14.25	13.00
同1袋中の全窒素 kg (2)	18.401	18.550	9.444	8.897	9.421	9.114
(1)-(2) kg (3)	0.351	0.639	0.108	0.637	0.057	0.443
窒素損失量 % {(3)の(1)に對する割合}	1.9	3.3	1.1	6.7	0.6	4.6
全窒素と石灰量の關係より算出						
各期の N/CaO % (1)	31.44	30.98	29.74	28.50	27.88	27.00
試験當初の石灰 % (2)	57.48	57.48	59.97	59.97	63.47	63.47
(1)×(2) % (3)	18.07	17.81	17.84	17.09	17.70	17.14
試験當初の全窒素 % (4)	18.46	18.46	18.04	18.04	17.85	17.85
(4)-(3) % (5)	0.39	0.65	0.20	0.95	0.15	0.71
窒素損失量 % {(5)の(4)に對する割合}	2.1	3.5	1.1	5.3	0.8	4.0

前掲の結果によれば試験着手當初の窒素量に對する窒素損失量は貯藏1ヶ年目なる昭和四年七月にAに於て約2%、Bに於て約1%、Cに於て約0.7%にして普通石灰窒素のC最も損失量少なきを示し、約2ヶ年後の昭和五年六月にては1ヶ年目に較べ何れも損失量増加し、Aに於て約3.4%、Bに於て5.3—6.7%、Cに於て4.0—4.6%の損失量あるを示せり。

而して既に述べたるが如く各供試品何れも貯藏期日を経るに従ひ袋の表面に接近せる部分程成分の變化内部に較べ多きを以て、窒素の損失割合も内容物の部分により相違あるべしと考へられしを以て、その間の關係を窺知すべく昭和三年十二月以降二期に於て各袋の各部分より採取せる試料の全窒素と石灰の分析結果の比率を求めたるに第四表に示すが如く何れも内

容物の中心より外側に至るに従ひその比率%は減少せるを知りたり。之により袋入石灰窒素に於て窒素の損失を來すは袋の表面に接近せる部分即ち外氣の影響を受け易く成分上に變化多き箇所程大なりと云ふを得べし。

貯藏中成分の變化したる石灰窒素の肥效

袋入石灰窒素は貯藏期日の経過に伴ひ窒素形態に變化を生じシアナミッドは漸次デシアンヂアミッド、尿素、アンモニアに變化するは前記成績により明かなり。而して之等成分中最も多く生成せらるるはデシアンヂアミッドなりとす。而してデシアンヂアミッドは從來の試験成績によればその肥效少なきのみならず寧ろ植物生育上有害作用を及ぼすものなりとの結果少しとせず。故にデシアンヂアミッドの生成ありたる石灰窒素の肥效に就ては考慮の要あるべし。而して之等貯藏中成分に變化を來したる石灰窒素の肥效に關しては LEICHTI, TRUNINGER[9]が燕麥につき植木鉢試験を行ひたる結果は成分に變化なき石灰窒素に比し著しく肥效劣るものにして、その原因はデシアンヂアミッドの存在によるものなりと報告し、また POPP [10]が燕麥につきて行へる試験成績も肥效劣れるを示せり。

予等も亦貯藏中成分の變化せし石灰窒素の窒素の肥効に關し水稻及び大麥を供試作物として植木鉢試験を行ひたるに、成分に變化多かりし石灰窒素は LEICHTI, TRUNINGER 並に POPP の試験結果と同様肥效劣るものなるを知りたり。而して本試験設計は第六表に示すが如く貯藏中成分の變化したる石灰窒素の外、石灰窒素とデシアンヂアミッドを各種割合に併用したる區並に對照として硫酸アンモニア、石灰窒素、デシアンヂアミッドの單用區を夫々設け試験せり。尙ほ供試肥料の窒素含量は第七表に示すが如し。各區は二萬分の一段歩のワグネル陶製植木鉢四個宛とし、一鉢當り荒川沖積土15匁を填充したり。施肥に際しては各鉢の填充土壤の上側の約10匁を施用肥料を能く混淆せり。尙ほ本試験につきての施肥期日並に供試作物の栽培につきての諸事項は第六表及び第八表の註に記せるが如くにして、其試験結果の生育狀況並に收穫物調査成績は第八表に示すが如し。

* デシアンヂアミッドの植物生育に及ぼす事項に就ては別報「シアナミッド誘導化合物の植物生育に及ぼす影響」に於て記述する處あるべし。

第六表 試験區別並に窒素施用量

Table VI. Treatments of Experiments and Amounts of Nitrogen applied.

區番號 No.	試 驗 區 別 Treatments
I	無 窒 素 No Nitrogen
II	硫酸アンモニア Sulphate of Ammonia (as N 0.5 gr)
III	石 灰 窒 素 Calcium Cyanamide (" 0.5 ")
IV	貯藏石灰窒素 A Stored Ca Cyanamide A (" 0.5 ")
V	" B " B (" 0.5 ")
VI	デシアンジアミッド Dicyandiamide (" 0.5 ")
VII	" " (" 1.0 gr)
VIII	硫酸アンモニア Sulphate of Ammonia (" 1.0 ")
IX	石 灰 窒 素 Calcium Cyanamide (" 1.0 ")
X	貯藏石灰窒素 A Stored Ca. Cyanamide A (" 1.0 ")
XI	" B " B (" 1.0 ")
XII	石灰窒素(as N 0.5 gr)+デシアンジアミッド(as N 0.5 gr) Ca. Cyanamide Dicyandiamide
XIII	" (" 0.8 ") + " (" 0.2 ")
XIV	" (" 0.9 ") + " (" 0.1 ")
XV	" (" 0.95 ") + " (" 0.05 ")

第七表 供試肥料の分析成績

Table VII. Chemical Analyses of Fertilizers used

供 試 肥 料 名 Fertilizer	全 窒 素 Total N %
硫酸アンモニア Sulphate of Ammonia	20.76
石 灰 窒 素 Calcium Cyanamide	
{ 大麥用 for barley	19.56
{ 水稻用 for paddy rice	20.45
貯藏石灰窒素 Stored Ca. Cyanamide	
{ 大麥用 for barley	17.07
{ (昭4/29)VII. A—内側 Interior)	
{ 水稻用 for paddy rice	15.81
{ (昭5/30)VI. B—中心 Center)	
{ 大麥用 for barley	11.49
{ 昭4/29)VII. C—最外側 Ex. I)	
{ 水稻用 for paddy rice	11.84
{ (昭5/30)VI. C—外側 Exterior)	
デシアンジアミッド Dicyandiamide	60.33

[註] Note: 試験區別の弧内の N 瓦量は各供試肥料の窒素としての一鉢當り施用量を示す。各鉢とも供試肥料の外磷酸(P_2O_5)及び加里(K_2O)各 1.5 瓦を磷酸曹達及び硫酸加里にて施用せり。

P_2O_5 and K_2O were applied respectively 1.5 gr in Phosphate of soda and sulphate of potash for each pot. 施肥期日 date of manuring: 大麥 Barley—昭和 4 年(1929)10 月 30 日・水稻 Paddy rice—供試窒素資質肥料(Nitrogenous Fertilizers)昭和 5 年(1930)6 月 19 日、 P_2O_5 及び K_2O 6 月 23 日

之に就て見るに大麥及び水稻何れも貯藏中成分變化してデシアンジアミッドの生成多かりし石灰窒素 B (V 及び XI 區)並に石灰窒素ミデシアンジアミッド併用に於てデシアンジアミッド量多きもの(XII 及び XIII 區)は通常成分の石灰窒素單用(III 及び IX 區)に較べ肥效著しく劣りたり。尙ほ大麥試験に於て之等肥效著しく劣りたる各區 (V, XI, XII, XIII) はデシアンジアミッド單用(VI 及び VII 區)に於て葉尖に特有の障害作用顯はれ生育正常ならざりしと同様の生育狀況を認めたり。

以上の結果より見るに石灰窒素貯藏中成分に變化を來し石灰窒素本來の窒素成分の形態なるシアナミッドがデシアンジアミッドに變化したる量多きものは、その窒素質肥料として肥料的價值は減少するものなるは明かなるべし。故に袋入石灰窒素に於ては貯藏時日長きに涉り内容物著しく固結したる如きもの、又は罐入れのものに於ても開封後その儘長く保存し成分に變化を來したるものは其の施用に當り注意を要すべきものなるべし。

第八表 貯藏石灰窒素の肥效試験成績
Table VIII. Results of Pot Experiments for Stored Calcium Cyanamides.
(I) 大麥(品種 三德) Barley (variety *Santoku*)

試験區 番 號	3 月 15 日		5 月 15 日		出穂期 月 日	風乾收穫物量(一鉢當り平均) Air dry weight of yield (Ave. per pot)				無N區に對する子實對全 る子實増收率 收量割合	
	草 丈 Length of Tops cm	莖 數 Stems	草 丈 Length of Tops cm	莖 數 Stems		子 實 Grain gr	稈 Grain blasted gr	稈 Straw gr	全收量 Total Amt. of Crops gr	Relative In- crease of Grain for Control	Ratio of Grain to T. Amt. of Crops
I	15	22	33	8	IV 18	5.2	0.5	4.8	10.5	—	50
II	23	47	54	15	" 16	16.9	1.7	19.0	37.6	100	45
III	22	53	53	14	" 17	16.9	1.9	17.4	36.2	100	47
IV	22	40	53	13	" 19	17.0	1.3	14.7	33.0	101	52
V	22	22	39	13	" 19	12.9	1.0	11.6	25.5	65	51
VI	24	19	32	16	" 19*	8.8	0.7	7.8	17.3	31	51
VII	14	19	34	14	" 19*	6.1	0.8	7.2	14.1	3	43
VIII	30	63	57	29	" 18	33.3	3.3	34.8	71.4	105	47
IX	26	58	56	25	" 18	32.0	3.5	28.7	64.2	100	50
X	25	48	55	23	" 18	30.0	2.9	24.9	57.8	93	52
XI	23	32	54	17	" 19*	18.5	1.5	12.0	32.0	50	58
XII	20	37	55	13	" 17*	22.4	1.9	15.3	39.6	64	57
XIII	22	48	52	18	" 18	26.8	2.4	19.7	48.9	81	55
XIV	22	50	52	20	" 19	27.6	3.1	22.6	53.3	84	52
XV	22	55	56	21	" 19	32.0	3.0	24.3	59.3	100	54

[註] 播種—昭和4年11月6日に一鉢15粒宛、但し12月17日に間引し入本とす。
收穫—昭和5年5月23日、但しVI, VIIは6月10日V, XI, XIIは5月30日。*は5月に入
り更に出土せり。
Note: Date of sowing—Nov. 6th, 1929. Date of harvest—May 23rd, 1930 (VI, VII—June 10th; V, XI,
XIII—May 30th)

(II) 水稻(品種 關取) Paddy Rice (variety *Sekitori*)

試験區 番 號	7 月 26 日		10 月 25 日		出穂期 月 日	風乾收穫物量(一鉢當り平均) Air dry weight of yield (Ave. per pot)				無N區に對する籾對全收 る籾増收率 量割合	
	草 丈 Length of Tops cm	莖 數 Stems	草 丈 Length of Tops cm	莖 數 Stems		籾 Grain gr	秕 Grain blasted gr	莖 Straw gr	全收量 Total Amt. of Crops gr	Relative In- crease of Grain for Control	Ratio of Grain to T. Amt. of Crops
I	53	13	76	10	VIII 30	9.5	0.1	13.1	22.7	—	42
II	71	35	91	25	" 30	32.4	0.2	46.9	79.5	104	41
III	69	34	92	25	" 28	31.6	0.4	45.8	77.8	100	41
IV	65	34	91	23	" 28	30.0	0.4	41.8	72.2	93	42
V	61	23	89	18	" 28	25.3	0.3	31.4	56.9	71	44
VI	58	16	89	16	" 30	29.1	0.5	28.5	58.1	89	50
VII	60	16	97	28	" 31	46.3	0.3	42.6	89.7	74	52
VIII	77	47	101	38	" 31	59.1	1.0	84.4	144.5	100	41
IX	70	42	104	37	" 30	59.0	0.8	80.1	139.9	100	42
X	73	46	102	34	" 29	59.1	0.5	73.9	133.5	100	44
XI	67	28	99	25	" 28	49.9	0.6	50.1	100.6	82	50
XII	70	35	95	28	" 28	44.8	0.4	52.4	97.6	71	46
XIII	70	35	101	28	" 30	54.0	0.5	66.8	121.3	90	45
XIV	70	44	103	34	" 30	55.1	0.7	72.1	127.9	92	43
XV	70	44	104	37	" 30	59.3	0.6	77.5	137.4	101	43

[註] 挿秧—昭和5年6月27日、一鉢六本宛、收穫—昭和5年10月25日
Note: Date of transplantation—June 27th, 1930. Date of harvest—Oct. 25th, 1930.

結 論

以上の試験結果により各供試品何れも貯藏時日の経過に伴ひ重量漸次に増加しその増加量は温度並に湿度高き時期程多きを認めたり。而して各供試品間に於ける重量増加割合は普通石灰窒素Cに於て最も多く、B之れに亞ぎA最も少なし。この原因につき考察するに外國産油入石灰窒素Aの最も少なかりしは包裝量Aは100疋にしてB及びCの倍量なるにより包裝單位重量に對する其表面積の割合比較的少なかりしと、包裝様式のB及びCに比し良好なるによるが如し。又Cの最も多かりしはA及びBの水及び油を添加し製造したる石灰窒素が貯藏時日の経過に伴ひ袋面に近き部分固結する性状あるに普通石灰窒素Cに於ては固結程度遙かに少なきにより、其結果として重量増加の原因をなす外氣の炭酸及び水分の影響内部に到達する事容易なりしによるべし。この事實は貯藏時日を経過したる各供試品の内容物の各部分の試料を採取し化學成分を分析したる結果により明かなり。即ちA及びBの油入石灰窒素にては袋面に接近し固結したる部分は著しく全窒素量減少し炭酸及び水分の作用多かりしを認むるも、其内部の固結せざる部分はCの其部分に比し炭酸及び水分の増加量少なし。而して外氣の炭酸及び水分の作用は石灰窒素本來の窒素成分たるシアナミッドに變化を生ぜしめ主としてデシアンチアミッド及び尿素を生成せしむるも其變化は炭酸及び水分の影響を最も受くべき袋面の接近部分に特に著しきを知りたり。また分解生成物としてアンモニアを生ずるも其の生成は水及び油を添加し製造したるもの速かなるが如し。以上の如く貯藏長きに渉るものは化學成分上に變化あるを以て、之等成分變化せし石灰窒素につき肥效試験を行ひたるにデシアンチアミッドの生成多きものは肥效明かに劣りたり。

本貯藏試験は氣温並に濕氣高き夏期に於て着手し且つ各供試袋は一袋宛之れを並置して貯藏したるを以て實際に多數量を堆積貯藏し又温度並に湿度等の條件を異にする場合は其貯藏中に於ける理化學的變化の狀況も異なるやも知れざれども、本試験結果により供試品の如き袋入石灰窒素に於ては貯藏長きに渉り袋面に接近する部分固くなりたるが如き場合は成分檢定のための試料採取並にその肥料的價值は注意を要すべきものなるべし。

摘 要

(1) 特殊の麻袋に包装したる水及び油を添加し製造せる歐洲及び内地産石灰窒素並に普通の石灰窒素を昭和三年七月より昭和五年六月迄當場の倉庫に藏置しその間重量並に化學成分の變化につき調査研究を行ひたり。

(2) 各供試品は何れも貯藏時日の経過に伴ひ漸次に重量を増加す。而してその増量割合は溫度並に濕度高き時期に於て大なり。

(3) 重量増加の原因は外氣の炭酸及び水分の影響によるが故に之等成分は貯藏時日を経るに従ひ漸次に増加し、之れと共に石灰窒素本來の窒素形態なるシアナミッドはデシアンヂアミッド並に尿素に變化し一部はアンモニアとなり逸散す。而して斯る成分の變化は袋面に接近する部分特に甚し。

(4) 水及び油を添加して製造せる石灰窒素は然らざる普通石灰窒素に比し貯藏時日の経過とともに袋面に接近する部分著しく固結す。この性狀の差異は貯藏中の重量並に化學成分の變化に影響する所大なるものの如し。

(5) 貯藏久しきに渉るものはデシアンヂアミッドの生成多きを以て之等成分に變化を生じたる石灰窒素の肥效を知らんがため大麥及び水稻を供試作物とし植木鉢試験を行ひたるにデシアンヂアミッドに變化せし量多きものは普通の石灰窒素に比し肥效著しく劣れるを認めたり。

終に臨み本研究に對する鹽入技師の懇篤なる御助言並に寺尾技師の鄭重なる御校閲を深謝し、また佐藤内匠、小畑秀雄兩氏の助力を謝す。

引 用 文 獻 Literatures

1. DE CILLIS, E. Various Experiments with Calcium Cyanamide. Ist. Agr. Siciliano "Valdisavoja" Relaz. 3: 5. 1906-8; C. A. 4: 1217. 1908.
2. HENSCHELL, G. Das Verhalten des Technischen Calciumcyanamids bei der Aufbewahrung sowie unter der Einfluß von Kulturböden und Kolloiden. Center. Bakt. Parasitenk. (II). Abt. 34: 279. 1912.
3. JACOB, D., KRASE, H. J. and BRAHAM, J. M. Decomposition of Calcium Cyanamide on Storage. Jl. Ind. Eng. Chem. 16: 684-688. 1924.
4. KAPPEN, H. Über die Veränderungen des Kalkstickstoff und des Stickstoffkalks beim Lagen und die Methode zur ihrer Bestimmung. Landw. Ver-Sta. 70: 445-69. 1909.
5. LIECHTI, P. und TRUNINGER, E. Zur Untersuchung und Bewertung des Kalkstickstoffs. Chem. Ztg. 40: 365-366. 1916.
6. MEYER, D. Die Lagerung von Kalkstickstoff in Säcken. Bied. Zentr. Agri-Chem. 47: 286-287. 1918.
7. MEYER, D. und GORKOW, R. Weitere Versuche über den Einfluss der Lagerung auf die beim Kalkstick-

- stoff eintretenden Stickstoffverluste und Stickstoffumsetzungen. Bied. Zentr. Agri-Chem. 48: 370-373. 1918.
8. MILO, C. J. Voorloopige onderzoeken omtrent het Bewaren van Kalkstickstoff in de Trojen en de Reacties, die zich daarby afspelen. Arch. Sukkerind., 19. 983-1035. 1911.
9. PRANKE, E. J. Cyanamide. 24-31. 1913.
10. POPP, M. Düngungsversuche mit verdorbenem Kalkstickstoff. Mitt. deutsch. Landw. Ges. 32: 776-80; Bied. Zentr. Agri-Chem. 47: 299-307. 1918.
11. WIESSMANN. Agrikulturchemisches Praktikum, Quantitative Analyse. 110. 1926.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHANGES OF CALCIUM CYANAMIDE ON STORAGE, AND THE POT EXPERIMENTS WITH STORED CALCIUM CYANAMIDE (*Résumé*)

By

Yoshizo HAYASHI and Ryuichi SHIMIZU

In this country calcium cyanamide has been usually packed in can, while recently it is mixed with several per cent of oil and water, and packed in special bag instead of can as in Europe and America.

The authors examined the change of bagged calcium cyanamide, and besides they studied the influence of calcium cyanamide which was changed during storage on rice and barley.

The samples used are as follows:

- (A): European bagged oiled and hydrated calcium cyanamide [3 bags (a, b, c), each bag containing 100 kg]
- (B): Home made bagged oiled and hydrated calcium cyanamide [3 bags (d, e, f), each bag 50 kg]
- (C): Home made calcium cyanamide, untreated by oil and water [3 bags (g, h, i), each bag 50 kg]

The results of change of stored bags in weight are shown in Table III and Fig. I, from which it will be noticed that the weight of bags increases according to the duration of storage, and its rate is specially dependent on high temperature as well as high moisture. This fact is to be seen from Table II.

As shown in Table IV, the chemical change of calcium cyanamide depends on the duration of storage, during which cyanamide absorbs moisture and carbon dioxide, and cyanamide nitrogen is gradually changed into dicyandiamide and urea. As to be expected, the top of the bag showed, generally, the greatest degree of decomposition, while the interior showed the least. We found that this increase is highest in (C), next in (B), and lowest in (A).

The loss of nitrogen also depends on the duration of storage.

A strong odor of ammonia was noticed after two months from the beginning of storage in (A) and (B), and from five months in (C). After one year the quantity of total loss of nitrogen was ca. 2% in (A), 1% in (B), and 0.7% in (C).

Table VI and VII give the plan of pot experiment and its results are shown in Table VIII, from which it is observed that plant growth is inversely proportional to the degree of the change during storage. In other words, it may be concluded that the plant growth depends on the quantity of dicyandiamide which was derived from cyanamide nitrogen.

Sclerospora graminicola (SACC.) SCHROET. の

擔子梗、分生孢子及び卵胞子の
生理學的研究

(露菌科菌類の研究 二)

技師 田 杉 平 司

目 次

緒 言

I. 擔子梗及び分生孢子

1. 擔子梗及び分生孢子の生成
2. 擔子梗の變異
3. 分生孢子の大きさの變異
4. 分生孢子の發芽
5. 分生孢子の發芽と溫度との關係
6. 分生孢子の生命

II. 卵胞子

1. 發 芽
2. 發芽と溫度との關係
3. 發芽と水素「イオン」濃度との關係
4. 發芽と酸素との關係
5. 溫度に對する抵抗力
6. 藥劑に對する抵抗力
7. 休眠期間
8. 生存期間

摘要、引用文献、圖版説明、英文摘要

緒 言

Sclerospora graminicola(SACC.) SCHROET. は本邦到る所に存在せるものにして、該菌が粟、「エノコログサ」その他數種の *Setaria* 屬植物に寄生して所謂「サハラ」病を起す事は既に知らるる處なるも、之に關する從來の研究としては只白井 [24]、澤田 [21] が菌の査定をなし、最近樋浦 [8—12] が二、三の生理的性質に就て記述せるに過ぎず。著者は數年前本病害並に病原菌の研究に着手し

爾來引續き數多の實驗を行ひ既にほほ所期の成績に到達せり。本報はその研究の一部にして特に菌の擔子梗、分生孢子及び卵孢子の生理的性質に關するものとす。

本報告を草するに當り研究中絶えず貴重なる助言を賜はりたる草野博士、石山技師、最初に粟の「サ、ラ」病標品を寄與されし村田壽太郎氏及び實驗を擔當されし熊澤正武、茂木正夫兩氏に深甚の謝意を表す。

I. 擔子梗及び分生孢子

(1) 擔子梗及び分生孢子的生成

(1) 晝間に於ける生成 *Sclerospora* 屬菌類の擔子梗及び分生孢子的生成に關しては從來數種の研究に於て論議せられたり。即ち三宅[15]は *Scl. Sacchari* に就て分生孢子的生成並に落下は夜間に行はるる事を述べ、WESTON [29, 31] は *Scl. philippinensis* 及び *Scl. spontanea* の擔子梗及び分生孢子的は夜間寄主植物の葉面に水蒸氣の凝結に依りて生ずる薄き水層の存在する時生成せらるる事を記述し、更に「エノコログサ」上の *Scl. graminicola* に於ても同様の事實を認めたり。然るに MELHUS 等[14]は「エノコログサ」上の *Scl. graminicola* の研究に於て細雨の際晝間分生孢子的の生成せられたるを認め、次いで實驗的に之を證明し、分生孢子的の生成は光線の存否には關係なく唯適當なる水濕の存在を必要とするものなる事を結論せり。本邦に於ては樋浦[9]は粟の菌に就て分生孢子的の晝間生成を認めたり。

著者は上記の點に關して數年來先づ次の事實を觀察し得たり。即ち晴天の場合に於て戶外に在る罹病植物上には常に夜間にのみ擔子梗及び分生孢子的を生じ、特に晝夜の氣溫の差激しく露多き日之が生成盛なり。然れども細雨の場合には往々晝間にも生成を見、更に罹病植物を室内に移し硝子鐘を以て覆ひたる時は屢口中に於ける生成を認め得たり。この觀察に依りて本菌の擔子梗及び分生孢子的は單に夜間のみならず尙ほ場合に依り晝間にも生成せらるる事あるものと推定するを得べし。

更に本菌の擔子梗及び分生孢子的の生成條件に就て實驗せる所を記さん。先づ圃場より罹病葉を採集し、その表面を毛筆を以て良く洗ひ既成擔子梗及び分生孢子的を除去せる後「ベトリ」皿内に入れて充分濕氣を保たしめ、窓に

近く装置せる硝子鐘内に靜置し、然る後一定時間を経過する毎に葉面を少許宛取りて鏡檢し擔子梗及び分生孢子の生成狀態を調査せり。その實驗當時に於ける室温は大略 30—32°C にして硝子鐘内の温度は鐘上に水道水を流して之を 20°C に調節せり。この實驗の成績は第一表所載の如し。

第一表 晝間に於ける擔子梗及び分生孢子の生成

Table I. Production of conidiophores and conidia in daytime.

期 日 (Dates (1930))	實驗開始時刻 Time started	擔子梗生成開始時刻 Time conidiophores appeared	分生孢子生成時刻 Time viable conidia appeared	分生孢子成熟時刻 Time conidia matured	實驗開始より分生孢子成熟迄の所要時間 Total interval
31/VII	11:30 a. m.	—	2:40 p. m.	3:40 p. m.	4 $\frac{1}{2}$ (hours)
1/VIII	9:40 a. m.	1:30 p. m.	3:30 p. m.	5:40 p. m.	8
5/VIII	9:30 a. m.	—	0:30 p. m.	2:30 p. m.	5
"	9:30 a. m.	12:00 p. m.	1:30 p. m.	3:30 p. m.	6
"	9:30 a. m.	1:00 p. m.	2:00 p. m.	4:00 p. m.	6 $\frac{1}{2}$
6/VIII	9:30 a. m.	2:30 p. m.	3:30 p. m.	5:00 p. m.	7 $\frac{1}{2}$
"	9:30 a. m.	2:30 p. m.	3:30 p. m.	6:00 p. m.	8 $\frac{1}{2}$
"	9:30 a. m.	2:30 p. m.	3:20 p. m.	5:30 p. m.	8
7/VIII*	9:30 a. m.	11:30 a. m.	0:20 p. m.	1:30 p. m.	4
" *	9:30 a. m.	11:30 a. m.	0:30 p. m.	1:50 p. m.	4 $\frac{1}{3}$
" *	9:30 a. m.	11:30 a. m.	0:30 p. m.	1:30 p. m.	4

備考: *本供試葉は 5/VIII 既に一度使用せるもの

Note: The leaves used in these experiments were already used on 5/VIII for the same purpose.

實驗の結果に就て考察せんに、先づ本實驗に於ては直射光線が硝子を透過して葉面に到達せるもなほ擔子梗及び分生孢子の生成を見たるにより光線の存在は之等器官の發生に對し必しも障害とならざるものと思ふを得べし。次に水濕に就ては葉面に薄き凝結水層を生ぜる場合に於て常に擔子梗及び分生孢子の生成良好にして、之に反し水層厚きに過ぎし場合或は水層の存せざる部分には殆どその生成を認むる能はざりき。從てこの結果より見れば擔子梗及び分生孢子の生成に際しては適當の水濕の存在を必要とするものと認むるを得べし。之を要するに本菌に於ては其擔子梗及び分生孢子は三宅、WESTON の記せる如く夜間に於てのみ生成せらるるものに非ずして、MELHUS 等の述ぶる如く晝間に於ても亦生成せらるる事明かなり。唯之が生成に際しては WESTON, MELHUS 等の記述せると同様の適當なる水濕の狀態を必要とするものの如し。而して著者の觀察及び實驗の結果より見れば、口中に擔子梗及び分生孢子の生成せらるる事少なきは、之れ光線の存在の爲に非ずして水濕の不足に歸せらるべし。また夜間に於て之が生成多きは夜間気温の低下に依りて葉面に水蒸氣の凝結するに依るものなるべし。

(ロ) 擔子梗及び分生胞子の生成に要する時間 第一表に依りて本菌の擔子梗及び分生胞子生成に要する時間を見るに、擔子梗は實驗開始即ち供試葉を溫室内に入れて後2—5時間を経過して氣孔より抽出し始め、之より更に50分乃至2時間を経て擔子梗は成熟して分生胞子を生じ始めたり。而して分生胞子は擔子梗上に小球狀をなして現はれて後約1—2½時間にして成熟し、實驗開始よりの時間を通算すれば約4—8½時間を要せり。

なほ一度本實驗に使用せる葉を直ちに再び供試する時は圃場より採集せる新しき葉に比し分生胞子成熟迄の時間短縮せらるゝ傾向を示せり。これ新葉に在りては WESTON [29] の所謂擔子梗抽出の準備なる氣孔部に於ける菌絲塊を生ずるに長時間を要するに反し、一度供試せるものに於ては實驗開始當時既に氣孔内に菌絲塊存在し直ちに擔子梗を抽出し始むるに依るものと考へらる。

前記の事實は三宅 [15] が *Scl. Sacchari* に就て夜間數時間にして分生胞子を生ずるとなし、WESTON [29, 31] が *Scl. spontanea* 及び *Scl. philippinensis* は5—7時間、*Scl. graminicola* は同様數時間にして分生胞子を生ずる事を記し、MELHUS 等 [14] *Scl. graminicola* に就て自然状態に於て4—6時間、實驗室に於ては9時間以上を要すとなせる所と略相一致せりといふべし。

なほ「カラヅ」(*Setaria sp.*) に就て行ひたる實驗の結果は粟の場合より稍長時間を要し、擔子梗の生じ始むる迄に大約5—6時間、分生胞子の現はるる迄に更に2時間内外を要し、その後1—2½時間を経過して分生胞子は成熟し、實驗開始より分生胞子成熟迄に大約8—9½時間を要せり。

(ハ) 擔子梗及び分生胞子生成と溫度との關係 適溫器に依りて9、12、15、18、20.5、23、26、28、31、35°C、更に冷藏室内に於ける定溫器に依りて5°Cの恒溫區を作り11階級の溫度に依り擔子梗及び分生胞子の生成を調査せり。擔子梗及び分生胞子の生成は前述せる方法に依りたり。

本實驗に於て擔子梗並に分生胞子の生成に最も良好なりしは18—20.5°Cにして、次で15、23、12、26°Cの順序に生成量を減ぜり。而して9°Cに於ては極めて僅かに之が生成を認めたるも5°Cに在ては殆ど全く之を認むる能はざりき。又28、31°Cにては極めて微量の生成を見るに過ぎずして、35°Cに於ては全く之を生ずることなかりき。

(2) 擔子梗の變異

本菌の擔子梗は粟の生育期間中常に同一の形狀を有するものに非ずして極めて變異に富み、極端なる場合には同一菌種の擔子梗と斷定し難きものあり。而して之が變異は一般に寄主植物の幼稚なる期間に於て小且つ簡單なる形狀を有し、生育進むに従ひて大且つ複雑となる傾向を示せり。今その大さ並に分岐狀態に就て測定せる所を示せば第二表の如し。

第二表 擔子梗の變異

Table II. Variations in the size of the conidiophores.

測定年月日 Dates	全 長 (μ) Total length		基部の幅 Basal width (μ)	分 岐 數 Nos. of branch.
	範圍 Range	平均 Average		
24/V, 1925	70.0—172.0	123.6	8.0—12.0	2—5
13/V, 1926	70.0—211.0	129.2	9.0—14.0	3—5
16/VI, "	88.0—165.0	131.1	9.5—15.2	5—6
16/VII, "	132.0—191.4	156.2	10.5—14.3	5—8
17/VIII, "	147.4—214.6	172.1	9.5—14.3	5—8
14/IX, "	160.6—248.6	194.9	6.7—15.2	7—9
2/X, "	193.6—235.8	200.5	11.4—15.2	7—9
4/XI, "	140.0—325.0	217.9	12.0—21.0	7—9

備考(Note): 擔子梗100個を測定せり。Nos. of conidiophores measured...100.

第二表に依りて見るに四月廿四日測定せる擔子梗は全長短小なると同時に分岐數も少なく、極めて簡單なる形態をなし着生孢子數は僅かに 4—10個に過ぎずして極端なるものは *Basidiophora* 屬菌の擔子梗に類似せり(第十四圖版A, 1)。その後寄主の生長するに従ひて長大となり且つ分岐數を増加して着生分生孢子數は數十個を數ふるに至れり(第十四圖版A, 2, 3)。而して十一月四日測定(第十四圖版A, 4)せるものは最も長大且つ最も複雑なる形狀をなし、之を四月廿四日のものと比較すれば主幹全長は大約二倍に達し分岐狀態も著るしき差異を示せり。又擔子梗基部の幅に於ても同様の傾向を有し粟の生育程度進むに従ひて大となりたり。

又異なる温度の下に生成せられたる擔子梗を見るに、低温度 (9—15°C) に於ては一般に短小なるも正形を有し、温度上昇 (18—23°C) するに従ひて長大となり、更に高温 (26—30°C) となれば漸次不正なる形狀を呈するに至り遂に畸形化して分生孢子を生ずること全くなきに至れり(第十四圖版B)。

以上記述せる如く本菌の擔子梗は著るしき變異を示すものにして其變異

は寄主の生長度に依る場合及び温度の變化に作ふ場合とあるものの如し。
 なほ一般露菌科菌類に於ては擔子梗生成當時の空氣湿度に依りて大きさに影響を受けることあるも本菌の場合に在ては上述せる擔子梗の生成條件より見て湿度の影響は極めて少なきものと思惟せらる。

(3) 分生胞子の大きさの變異

Scl. graminicola として從來記載せられたる菌の分生胞子の大きさを檢するに FISCHER[5]、MELHUS等[14]、SACCARDO[17—19]、澤田[20]、SCHROETER[22, 23]、白井[24]、WESTON[31, 32] 等の測定せる結果は極めて不同にして到底同一菌種と認め難き程度の差異を有するものあり、殊に白井、WESTON は大小二型の分生胞子の存在する事を述べたり(第三表)。之の如く分生胞子の大きさに著るしき差異

第三表 *Scl. graminicola* として從來記述せられたる菌の分生胞子の大きさ

Table III. The size of the conidia, hitherto, described as *Scl. graminicola*.

著 者 Investigators	寄 主 Hosts	分 生 胞 子 Conidia	
		長 さ Length (μ)	幅 Width (μ)
SACCARDO	<i>Setaria viridis</i>	12 — 15	10 — 11
SACCARDO	<i>Setaria viridis</i>	12 — 20	10 — 18
SCHROETER	<i>Setaria viridis</i>	20	15 — 18
MELHUS & others	<i>Setaria viridis</i>	14 — 23	11 — 17
		43 *	18 *
WESTON	<i>Setaria viridis</i>	12 — 34	10 — 20
SAWADA	<i>Setaria italica</i>	22 — 32	16 — 22
SHIRAI	<i>Setaria italica</i>	24.0 — 28.8	16.9 — 19.2
		38.5 — 57.6 *	19.2 — 24.0 *

備考 (Note) * 大型分生胞子として記述せられたるもの。These are recorded as large conidia.

を生ずる原因に就ては從來全く不明なりしが、著者は偶々大正十四年春測定せる分生胞子が同年秋測定せるものに比し大きさを異にせる事を認め、而してその原因は恐らく分生胞子の生成の時期特に温度の差異に在るべしと想像せり。依て此の如き關係を一層闡明せんが爲め特に實驗を行ひて異なる時期又は異なる温度の下に生成せられたる分生胞子の測定を試みたり。以下その實驗に就て記さん。

(1) 時期に依る變異 大正十四年に於ては夏秋 3 回の測定(第四表)を爲したるに過ぎざりしが、大正十五年及び和昭三年には春夏秋に亘りて十數回宛測定を行ひたり。而して大正十五年度に於ては對照として「エノコロ

グサ」上の菌に就ても測定せり。

本實驗に於ては先づ卵胞子を種子に塗抹接種して粟に發病せしめ、發病株の第一葉展開するや直ちに測定を始めたり。測定に際しては前日の午後毛筆を以て丁寧に罹病葉上の既成分生胞子を洗除し置き翌朝之に生ぜる新鮮なる分生胞子を測定せり。本實驗の成績は第四乃至第七表並に第一圖に示す所の如し。

大正十五年度に於ける成績を見るに、五月廿一日測定せる分生胞子は極めて小形なりしが時日の経過するに従ひて漸次大きさを増し、八月十七日に至りて最大となり、爾後は再び大きさを減じ十月八日に於ては五月廿一日のものと同大差なきに至れり。而して之等分生胞子の大きさの平均價を見るに最大と最小との差は長さに於て 10.04μ 、幅に於て 5.12μ に達せり。又昭和三年度に於ても同様の傾向を示し五月十四日測定の方生胞子は最も小にして、其後大きさを増し八月廿日に至りて最大となり、以後再び小形となりたり。而してこの場合に於ても平均價の最大と最小との差は長さに在て 9.87μ 、幅 5.76μ に達せり。

以上記述せる所より見れば何れの場合に於ても分生胞子の大きさは春期小にして夏期大となり秋期再び小となる事を示せり。而して之等分生胞子の幅/長さの比率は春期大にして夏期小となり秋期再び大となり、分生胞子の大きさの増大に際し幅に比し長さの増大率大なる事を示せり。

なほ「エノコログサ」の菌も第七表に示せる如く粟の菌と同一傾向の變異を示せるが、平均價の最大と最小との差は長さ 5.14μ 、幅 2.48μ を算するに過ぎずして粟に於ける場合の大約 $1/2$ に過ぎざりき。

第四表 大正十四年度測定分生胞子の大きさ

Table IV. The size of the conidia measured in 1925.

寄主 Hosts	測定期日 Dates	長さ (μ) Length		幅 (μ) Width		比率, 幅/長さ Ratio, $\frac{\text{Width}}{\text{Length}}$
		範圍 Range	平均 Average	範圍 Range	平均 Average	
粟 <i>Setaria italica</i>	4/VII	15.12—23.52	18.32	11.76—16.80	13.97	0.723
	4/IX	18.48—26.04	21.66	13.44—19.32	15.54	0.717
	14/X	15.12—25.20	18.67	11.76—18.48	14.99	0.803
「エノコログサ」 <i>Setaria viridis</i>	6/VII	18.48—28.56	22.10	13.44—20.16	15.67	0.709
	5/IX	17.64—26.04	21.49	14.28—19.32	16.67	0.776
	10/X	18.48—26.04	21.42	15.96—21.84	17.51	0.816

備考 (Note): 測定個數...200. Nos. of conidia measured...200.

第五表 大正十五年度に於ける粟の「サ、ラ」病菌分生胞子の大きさの變異

Table V. Variations in the size of conidia on *S. italica* in 1926.

測定期日 Dates	長 さ (μ) Length		幅 (μ) Width		比率, 幅/長さ Ratio, $\frac{\text{Width}}{\text{Length}}$
	範 圍 Range	平均 Average	範 圍 Range	平均 Average	
21/V	15—24	19.15	12—18	14.24	0.744
16/VI	15—27	20.30	13—20	15.60	0.768
29/VI	16—27	21.68	13—20	16.14	0.744
16/VII	19—34	25.77	14—24	17.83	0.674
24/VII	22—35	28.01	16—23	19.36	0.691
1/VIII	22—33	26.94	14—23	17.77	0.660
17/VIII	23—36	28.81	14—23	18.60	0.622
26/VIII	18—31	22.83	14—20	16.72	0.732
6/IX	19—32	25.35	13—21	16.70	0.659
13/IX	16—29	22.70	14—21	17.09	0.753
21/IX	16—30	21.14	13—20	16.44	0.778
2/X	15—30	20.20	13—20	15.69	0.777
8/X	14—26	18.77	12—20	15.21	0.810

備考 (Note): 測定個數...200. Nos. of conidia measured...200.

第六表 昭和三年度に於ける粟の「サ、ラ」病菌分生胞子の大きさの變異

Table VI. Variations in the size of conidia on *S. italica* in 1928.

測定期日 Dates	長 さ (μ) Length		幅 (μ) Width		比率, 幅/長さ Ratio, $\frac{\text{Width}}{\text{Length}}$
	範 圍 Range	平均 Average	範 圍 Range	平均 Average	
14/V	11—23	16.37	8—17	12.92	0.789
21/V	11—29	17.49	10—20	13.91	0.795
28/V	12—26	18.71	10—18	14.12	0.755
4/VI	12—28	18.80	10—20	14.44	0.768
11/VI	13—29	19.49	11—20	15.32	0.786
18/VI	14—28	20.20	11—21	14.97	0.741
25/VI	14—28	19.98	11—20	15.31	0.766
2/VII	14—32	22.04	12—22	16.15	0.733
9/VII	16—30	22.87	13—20	16.71	0.731
16/VII	17—31	22.38	13—21	16.66	0.744
23/VII	16—34	24.57	13—21	16.55	0.673
30/VII	17—31	22.02	14—22	17.00	0.708
6/VIII	16—35	23.84	14—23	17.38	0.729
13/VIII	18—34	24.56	13—23	17.35	0.707
20/VIII	19—34	26.24	14—24	18.68	0.710
27/VIII	18—34	24.70	14—23	17.72	0.717
3/IX	16—30	22.54	14—21	16.96	0.752
10/IX	14—27	19.41	12—19	15.61	0.804

備考 (Note): 測定個數...200. Nos. of conidia measured...200.

第七表 大正十五年度に於ける「エノコログサ」の「サ、ラ」病菌分生胞子の大きさの變異

Table VII. Variations in the size of conidia on *S. viridis* in 1926.

測定期日 Dates	長 さ (μ) Length		幅 (μ) Width		比率, 幅/長さ Ratio, $\frac{\text{Width}}{\text{Length}}$
	範 圍 Range	平均 Average	範 圍 Range	平均 Average	
13/V	16—25	20.38	13—19	14.96	0.734
21/V	16—27	20.60	12—20	14.97	0.727
16/VI	15—29	21.58	12—24	16.89	0.783
29/VI	16—28	20.88	13—19	15.71	0.752
16/VII	17—28	21.17	12—19	15.27	0.721
24/VII	19—30	24.04	14—21	17.19	0.715
1/VIII	17—28	21.94	13—20	16.14	0.736
17/VIII	18—28	22.73	14—22	17.17	0.755
26/VIII	17—25	20.28	14—20	16.28	0.803
6/IX	16—30	21.83	13—21	15.78	0.723
14/IX	15—25	19.13	11—18	14.49	0.757
21/IX	15—30	19.97	13—23	15.99	0.801
2/X	14—27	19.84	12—20	16.04	0.808
8/X	13—26	18.90	11—20	14.71	0.778

備考(Note): 測定個數...200. Nos. of conidia measured...200.

第八表 大正十五年(1926)及び昭和三年(1928)に於ける分生孢子測定日前後の気温

Table VIII. Air temperatures on one day before and the day of measurement.

測定日 (1926) Dates	氣 温 ($^{\circ}$ C) Temperature			測定日 (1928) Dates	氣 温 ($^{\circ}$ C) Temperature		
	測定前日、 平均 (A)	測定日、 平均 (B)	C		測定前日 平均 (A)	測定日 平均 (B)	C
13/V	15.22	11.42	12.6384	14/V	19.45	21.38	18.6846
21/V	19.09	14.14	16.8500	21/V	18.05	19.10	17.0923
16/VI	18.59	18.68	17.1153	28/V	19.47	17.85	15.9000
29/VI	23.01	21.97	19.9920	4/VI	18.68	17.46	14.9923
16/VII	26.57	27.78	24.9769	11/VI	21.35	21.91	18.7923
24/VII	26.34	23.80	22.7769	18/VI	18.63	19.17	16.6923
1/VIII	27.69	30.29	26.1000	25/VI	22.42	23.40	22.0538
17/VIII	25.16	25.89	24.5769	2/VII	19.88	22.46	20.0692
26/VIII	22.13	24.30	21.1846	9/VII	24.03	24.54	23.8384
6/IX	26.58	25.22	23.7000	16/VII	26.08	26.85	24.7307
13/IX	26.42	23.60	24.6461	23/VII	20.09	20.30	19.4615
21/IX	21.95	21.27	18.7076	30/VII	24.83	23.22	23.2076
2/X	16.63	18.92	17.0769	6/VIII	23.97	24.19	23.4846
8/X	16.38	14.31	14.9153	13/VIII	25.08	25.58	22.7538
—	—	—	—	20/VIII	23.93	23.60	22.7076
—	—	—	—	27/VIII	24.25	23.07	23.1307
—	—	—	—	3/IX	27.01	27.09	25.5923
—	—	—	—	10/IX	25.68	25.68	23.2846

備考: 温度は中央氣象臺測定に依る。

Notes: A...Av. temp. of one day before the measurement, B...Av. temp. of the day of the measurements.

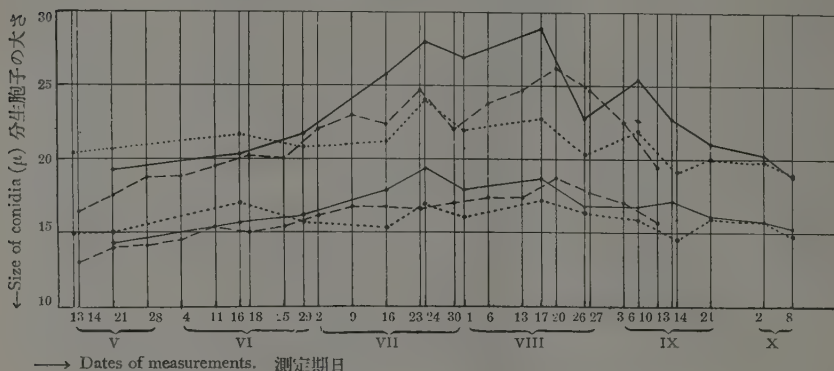
C...測定前日午後8時より測定日午前8時迄の温度平均

Av. temp. from 8 p.m. on one day before the measurement to 8 a.m. on the day of measurement.

第一圖 分生胞子の大きさ(平均値)の時期に依る變異
(上の三線は長さ、下は幅を示せり)

Fig. I. Graph showing the variation of the average size of the conidia according to the growing stage of the host plant. Upper three lines indicate the length and the lower width.

粟 (*Setaria italica*) { — 1926年測定 (measured in 1926)
 --- 1928年測定 (measured in 1928)
 エノコログサ(*S. viridis*).....1926年測定 (measured in 1926)



(ロ) 温度に依る變異 適温器に依りて調節せる數種の恒温室内に於て分生胞子を生ぜしめ温度の變化に依る變異を調査せり。分生胞子を生ぜしむるには先づ測定前日圃場より被害葉を採取し、毛筆を以て丁寧に既成分生胞子を洗除せる後恒温室内の濕室中に靜置し、翌日之に生じたる分生胞子の大きさを測定せり。本實驗の成績は第九表に示すが如し。

第九表 温度と分生胞子の大きさとの關係

Table IX. The size of conidia related to temperatures.

温度(°C) Temperature	長 さ (μ)		幅 (μ)		比率, 幅/長さ Ratio, Width/Length
	範 圍 Range	平 均 Average	範 圍 Range	平 均 Average	
12.0—12.5	11.82—23.64	16.34	10.91—18.18	12.18	0.745
15.0—15.5	10.91—21.82	15.96	10.91—16.36	12.75	0.799
19.0	12.73—22.73	17.57	10.91—16.36	13.41	0.763
21.5	13.64—24.54	18.48	11.82—19.09	13.49	0.730
25.0—25.5	15.45—26.36	19.78	12.73—18.18	14.73	0.745
27.5	15.45—30.91	21.79	10.91—19.09	14.79	0.679
30.0	18.18—29.09	23.69	13.64—18.18	15.87	0.670

備考(Note): 測定個數...200. Nos. of conidia measured...200.

本實驗に於ける分生胞子の大きさは前項に於ける程大なる差異を示さざりしも明かに温度の高低に依りて大きさを變ずる事を證し、低温に於ては小に

して温度上昇するに従ひて大となれり。而して平均價に於ける最大と最小との差は長さ 7.73μ 、幅 3.69μ に及べり。又幅/長さの比率も前項に於けると同様の傾向を示し分生孢子小なる時大にして、分生孢子大となるに従ひて小となりたり。

(ハ) 考 察 上述せる實驗に就て分生孢子の大きさに變異を生ずる原因に關し考察せんに、(ロ)の實驗に於ては直接温度の高低と分生孢子の大きさとの關係を實驗せるものなるを以て、變異の原因が温度にあること明瞭なり。又(イ)の實驗に於ては粟の生育期間中分生孢子の大きさを測定せるものなるを以て、之が變異の原因となるべき環境的要件として、寄主の生育度、空氣濕度及び温度を擧ぐるを得べし。先づ寄主の生育度との關係に就て見るに第四一七表に示す如く、寄主の幼弱なる期間分生孢子は小にして生育進むに従ひて大となり生育末期に至れば再び小となるものにして之のみより見れば生長の最盛期に大なるが如く考へらる。然れども同表に於て生長最盛期に於ても分生孢子の大きさは差異を示し、且つ第九表に於ては生育旺盛期に於て同一程度に生長せる葉を供試せるに拘らず低温の場合には春期寄主の幼稚なる時期の測定と殆ど相等しく、又温度上昇すれば夏期生長の旺盛なる時と殆ど同様の大きさを示せり。之より見れば分生孢子の大きさの變異に對し寄主の生育度が決定的影響を與ふるものに非るこゝ明かなるべし。又空氣の濕度は分生孢子の生成に當り葉面に薄き水層の存在を必須の要件とするこゝより見て大なる關係を有せざるものと考へらる。次に分生孢子生成當時の氣温(第八表)との關係を見るに、分生孢子の大きさ氣温の高低は大體相平行して變化し、兩者の間に密接なる關係の存在すべき事明かなり。依て上述せる所を總合して考ふるに、分生孢子の大きさの變異は數多の原因に依るべきも、その主因は之が生成當時に於ける氣温の高低にあるものと思惟して誤なかるべし。而して之より見れば、第三表に示せる如き從來記載せられたる分生孢子の大きさの區々一定する所なきは恐らく温度を異にせる場所又は時期に生成せられたるものを測定せる結果なるべし。

なほ菌類の孢子が環境に依りて其形狀を變化するこゝあるは既に屢觀察せられたる所にして、WEIMER [28] は *Pleurage curvicolla*、BURGER [2] は *Colletotrichum gloeosporioides*、ATANASOFF [1] は *Dilophospora alopeculi* が培養基其他に依りて孢子の

形狀を變ずることを記し、榎本[3]は *Helminthosporium sativum*、澤田[21]は *Erysiphe* 屬菌が温度の高低に依りて胞子の大きさに差異あることを報ぜり。露菌科菌類は環境の影響を受くること殊に著るしきものの如く、LEONIAN[13]は *Phytophthora* 屬菌が寄主を異にするに依りて分生胞子の大き及び形に差異を生ずることを述べ、GÄUMANN[6]は *Peronospora* 屬菌、THUNG[29]は *Peronospora parasitica* が温度に依り影響を受くることを報ぜり。又著者の研究(未發表)に於ても露菌科菌類の分生胞子は温度に依り顯著なる差異を生ぜり。上述せる所を本研究に於ける *Scl. graminicola* の場合と併せ考ふれば、環境の變化に依りて菌類の胞子に受くる影響は少なからざるべく、殊に培養せる菌の胞子を測定する場合、或は露菌科菌類の如く比較的變異の著るしきものの形態的記述に於ては環境的要件に關し相當考慮を拂ふべき必要あるものと思惟せらる。

(4) 分生胞子の發芽

Scl. graminicola の分生胞子は從來游走子を生じて發芽する事を認められたるが、WESTON[31]は游走子に依る發芽以外に更に環境不適當なる場合に於ては稀に發芽管を生じて發芽するものある事を報ぜり。而して本邦産粟の「ササヲ」病菌に就ては先に西田[16]が游走子を生じて發芽する狀を圖示し、最近樋浦[8]が高温の下に於ては稀に發芽管を生ずるものある事を記せり。著者の實驗の結果も亦上記諸説と略一致せるものにしてその概要は下の如し。

本菌の分生胞子は極めて多數生成せらるるも其生命短かきを以て通例日出後採集せるものは殆ど發芽する事なく、特に早朝露未だ乾かざる頃又は細雨の日に採集せるものに於て發芽を観察するを得。從て自然狀態に於て生ぜる分生胞子を供試する事は極めて不便なるを以て、先に述べたる如き方法に依りて實驗室内に於て分生胞子を生成せしめ、胞子の成熟するや直ちに懸滴培養を行ひその發芽を検せり。この方法に依る時は分生胞子は常に 100% に近き發芽を爲し最も適確に觀察の目的を達し得たり。

(イ) 游走子に依る發芽　分生胞子は游走子を生じて發芽するもの大部分にして、特に環境の適當なる場合然ります。分生胞子は水中に播下せる後數十分乃至數時間にして游走子を生ずるに至る。發芽に際しては先づ

孢子内容に數個の區劃を生じ、この區劃に依て生ずる原形質塊は各游走子として活動し始む。次いで乳頭狀突起部は開口し、この部分より游走子は孢子外に脱出し活潑に游泳す(第十五圖版C)。而して大多數の游走子は速かに脱出を行ふも、時に脱出孔に達し得ずして長く内部に残留し遂に靜止して發芽するに至るものあり(第十五圖版F)。脱出せる游走子(第十五圖版D)は2本の體長の約2—4倍の長さを有する鞭毛を以て數十分乃至數時間游泳せる後靜止し、鞭毛を失ひて球狀となる。懸滴培養に於ては游走子は靜止後解體するもの相當多數なるも通例1—數個の發芽管を生じて發芽す(第十五圖版E)。一分生孢子より生ずる游走子數は1—8個(多くは3—4個)にして靜止後球狀となりし際の直徑は9—12 μ を算す。

(ロ)發芽管に依る發芽　分生孢子が發芽管を生じて發芽する事は極めて稀にして一般に環境不適當なる時に行はる。即ち5—9℃の如き低温、28—30℃の高温に於て或は孢子の特に古きもの又は未熟なるものを供用せる際往々この種の發芽を認めたり。而してこの場合には主として分生孢子の頂點即ち乳頭狀突起部より一本の發芽管生じ、發芽管の伸長に伴ひて孢子内容は之に移行す(第十五圖版B)。

以上述べたる如く本菌分生孢子は通例特に環境良好なる場合には總て游走子を以て發芽するも環境不適當なる時は極めて稀に發芽管を生じて發芽するものの如し。

(5) 分生孢子の發芽と溫度との關係

實驗施行前日の夕刻罹病葉を圃場より採集し、之を先に示せる方法に依りて溫室内に靜置し分生孢子を生ぜしむ。採集當時の氣溫は29℃、溫室内の溫度は20℃に保てり。かく裝置して放置し翌早朝發芽試驗を行ふものにして實驗に際しては成るべく速かに上記罹病葉より分生孢子を採集して懸滴培養(井水を使用せり)し、之を豫め溫度を調節せる恒溫室内に靜置せり。溫度は適溫器に依りて9—33.5℃間を9階級に分ちて調節し、更に冷蔵室内及び同室内の定溫器に依りて夫々-1~+1及び5℃區を作り、總計11階級の溫度に依り實驗を行ひたり。以上の如く懸滴培養せるものは時々鏡檢して發芽の有無を調査せり。而して發芽歩合の測定は17.5—33.5℃に於ては24

時間後、9—13.5℃にては48時間後、5℃以下は96時間後行ひたり。

第十表 分生胞子の發芽と溫度との關係

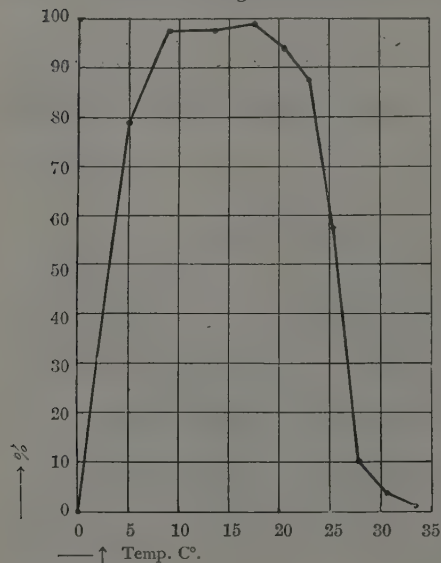
Table X. Influence of temperature on conidial germination.

溫度 (C°) Temperature	測定分生胞子總數 Total nos. of conidia	發芽分生胞子數 Nos. germinated	發 芽 (%) % germinated
-1~1	873	3?	0.344?
5.0	1,691	1,335	78.947
9.0	1,775	1,725	97.183
13.5	1,846	1,796	97.291
17.5	1,776	1,736	97.748
20.5	1,618	1,524	94.190
23.0	1,238	1,082	87.399
25.5	662	381	57.553
28.0	1,658	270	10.128
30.5	2,668	102	3.823
33.5	2,396	33	1.377

備考 本成績は3回の實驗結果を總和して表示せり。

第二圖 分生胞子の發芽と溫度との關係

Fig. II. Graph showing the relation of temperature to the conidial germination.



本實驗の成績は第十表及び第二圖に示す如く、-1~+1℃に於ては96時間を経過するも殆ど發芽せるものなく、唯内容空虚なる分生胞子3個を發見せるが、之等は恐らく懸滴培養を始むる以前に於て既に發芽を爲し居りしものなるが如し。5℃に至れば發芽は急激に増加し、9—20.5℃に於ては何れも90%以上發芽し大差なきが如きも唯17.5℃に於て最高發芽歩合を示せり。23℃より溫度上昇するに従ひて發芽は漸次不良となり、28℃に至れば急激に減少し、30.5及び33.5℃に於ては益不良となり、

稀に發芽せる胞子を數ふるに過ぎざりき。

懸滴培養を始めて後游走子を生ずる迄の時間を見るに、大體高温に於て

は短時間なるも低温に至るに従ひて長時間を要せり。即ち 20°C 以上に於ては約40分にして游走子を認め、 $9-17.5^{\circ}\text{C}$ に於ては1時間内外、 5°C にては $1\frac{1}{2}-2$ 時間を要せり。而して 17.5°C 以上に於ては一般に發芽は整一に行はるるも低温に至るに従ひて不整となり長時間を經過して尙發芽をなすものありたり。即ち 9°C に於ては30時間後、 5°C にては72時間後に於て發芽するものあるを認めたり。游走子の分生孢子より脱出するに要する時間も同様の傾向を有し 20°C 以上に於ては殆ど瞬間的なるも、 5°C に在ては1分内外を要せり。又游走子の運動も高温に於て活潑にして低温にては極めて遅々と游行するに過ぎざりき。游走子の分生孢子外に脱出して後静止する迄の時間は 20°C 以上に於ては僅かに10—30分にして總て静止せるが、 $13.5-20^{\circ}\text{C}$ に於ては30—40分を要し、 9°C 以下に於ては30分—1時間を要せり。而して游走子は静止後高温に於ては解體して死滅するもの多きも低温に於ては良く發芽せり。

以上記述せる所より見れば本菌の分生孢子は廣範圍即ち $5-33.5^{\circ}\text{C}$ 内外に亘りて發芽するものの如く、その適温は $9-20^{\circ}\text{C}$ 、最適温度は $17-18^{\circ}\text{C}$ 附近にあるものと認むるを得べし。

なほ MELHUS 等[14]は米國産「エノコログサ」上の *Scl. graminicola* に就て實驗し、分生孢子の適温は $14-18^{\circ}\text{C}$ にして、 5 及び 30°C 内外に於てもなほ多少發芽するものあるを認め、樋浦[11, 12]が粟の菌に就て分生孢子は $5-32^{\circ}\text{C}$ の範圍に於て發芽を見たる成績は何れも本實驗の場合と略相一致せり。

(6) 分生孢子の生命

既に述べたる如く、日出後圃場より採集せる分生孢子を用ひて發芽試験を行ふ時は殆ど之が發芽を認むる能はざるものにして、分生孢子の生命が極めて短時間内に失はるるものなる事は之に依りて容易に推知せらるべし。而してこの點に就て一層確實なる記録を得んが爲に次の實驗を行ひたり。

先づ早朝罹病葉を採集し前に述べたる方法に従ひて午前八時溫室内に静置せり。實驗當時の室温は 30°C 内外、溫室内は 21°C 内外に保たしめたり。同日午後三時に至り分生孢子成熟せるを以て葉を直ちに取出して机上に放置し、取出すに同時及び其後 $5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60$ 分を經過せる

毎に懸滴培養し、21—22°C 定溫器内に靜置して發芽の有無を検せり。而して當時の室温は33°C内外、空氣濕度は74.5%にして、葉面の水層は約7分にして乾燥せり。その實驗の成績は第十一表及び第三圖に示す如し。

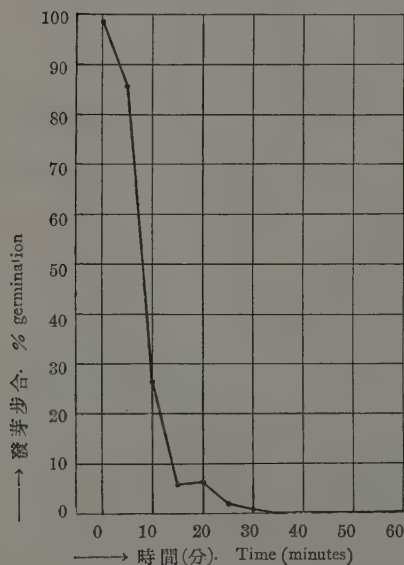
第十一表 分生胞子の生命

Table XI. Longevity of conidia.

時 間 Interval in minutes	測定總數 Nos. measured	發芽數 Nos. germinated	發芽% % germinated
0	1,060	1,046	98.7
5	1,317	1,129	85.6
10	656	172	26.5
15	667	39	5.8
20	379	24	6.2
25	481	10	2.1
30	317	3	0.9
40	316	0	0
50	195	0	0
60	290	0	0

第三圖 分生胞子の生命

Fig. III. Longevity of conidia.



實驗成績に依るに分生胞子は濕室より取出せる直後に於ては殆ど總て發芽せるも、5分後には既に相當發芽歩合を減じ、10分後には急激に發芽は不良となりたり。更に15—30分後のものに於ては稀に發芽せるものを認むるに過ぎざるに至り、40分以上經過せる場合には全く發芽せるものなかりき。なほこの實驗成績は樋浦[8]の報告と大體に於て一致せり。

之より見れば本菌の分生胞子は極めて短命にして、殊に葉面乾燥する時は急激に發芽能力を喪失し、僅かに30分内外にて死滅するに至るものの如く、乾燥に對する抵抗力極めて

弱きものと思惟せらる。之より考ふれば自然狀態に於て生成せられたる分生胞子が日出後發芽するものなきに至る事實も容易に了解するを得べし。

本菌分生孢子は上述の如く乾燥に對しては極めて抵抗力弱きも、之を低温なる水中に置く時は相當長時間生存し、0—5°C の水中に於ては 72—96 時間後なほ發芽するものあることを認めたり。

II. 卵 胞 子

(1) 卵 胞 子 の 發 芽

露菌科菌類中 *Pythium*, *Phytophthora*, *Peronospora*, *Plasmopara* 屬等の數種の菌類に就ては卵孢子の發芽に關する數種の報告あるも、*Sclerospora* 屬菌類の卵孢子の發芽に就ては未だ正確なる研究殆どなかりき。唯 FRECHOU[33]は 1884 年 *Setaria verticillata* に寄生せる *Peronospora setariae* (*Scl. graminicola*) の卵孢子の發芽を觀察せるものの如く、又 GAUMANN[7]が其著書中に本屬菌類の卵孢子は發芽管を以て發芽する事を記述せるに過ぎず。

著者は大正十四年粟の「サ、ラ」病菌の卵孢子に依る接種試験に成功して以來卵孢子の發芽は恐らく容易に觀察し得べしと想像し、種々の試験方法に依り又は環境を變へ、1 週間内外乃至數ヶ月に亘れる數次の實驗を繰り返して行ひたり。然れども之等初期の實驗は何れも失敗に期し卵孢子の發芽を確認する能はざりき。而して昭和四年に至り卵孢子は發芽に際し空氣殊に遊離酸素と接觸するを必要とするを、及び發芽が極めて短時日に行はるべきことを豫想し、試験方法に工夫をなすと同時に卵孢子播下後連日之が調査を行ひたり。この實驗に於て、昭和三年十月六日採集せる卵孢子を用ひ二月四日試験を始めたるに、同月六日に至り明瞭に卵孢子發芽の狀況を觀取するを得たり。その後更に數次の實驗を繰り返して卵孢子の發芽に誤りなき事を確信し得たるを以てその概略を同年度日本植物病理學會大會に於て報告し且つその摘要を同年度同會々報[25]に記述せり。その後に至り樋浦[10, 11, 12]も亦粟の「サ、ラ」病菌卵孢子の發芽を觀察し、更に米國に於ては最近 EVANS 及び HARRAR[4]が同國產 *Setaria viridis* 上の菌(*Scl. graminicola*)の卵孢子の發芽に成功せる事を報ぜり。尙ほ EVANS 等に依れば DA NAMI も亦卵孢子の發芽に成功せるものの如し。今著者の採りたる實驗方法並に卵孢子の發芽狀況に就て記せば次の如し。

(1) 發芽試験方法(第四圖) 先づ一邊の長さ約 4.5cm. 高さ 1cm 内外の木製

の枠(W)を作り、枠の上面に數條の絲又は針金(I)を張り渡せり。而して枠及び絲は「パラフィン」を塗りて培養液を注加せる際異物の溶出するを防ぎたり。この枠をペトリ皿(P)内に入れ、枠上に一枚の濾紙(R)を敷き、その上に少量の土(T)を載す。土上には更に一枚の濾紙(R')を敷きこの上に卵胞子(S)を播下せり。以上の準備を爲せる後卵胞子の潤ふ程度に培養液(N)を注加しペトリ皿の蓋をなし 21°C 内外の定温器内に静置せり。然る後連日この卵胞子を少量丁寧に釣取し鏡檢せり。培養液は始め 10 gr の風乾畑土に 100 cc. の井水を加へ良く振盪せる後濾過せる土壤浸出液を使用せり。

第四圖 發芽 試驗 裝置

Fig. IV. Germination apparatus.



P...「ペトリ」皿 (Petri dish)

N...培養液 (nutrient solution)

W...枠 (wooden frame)

I...絲 (thread)

R, R'...濾紙 (filter paper)

T...土 (soil)

S...卵胞子 (oospore)

以上の方法は卵胞子を良く空氣に接觸せしむるに同時に、成る可く自然状態に近き環境を得る目的を以て工夫せるものなり。然れどもその後卵胞子を酸素に接觸せしむるこそ最も必要にして、他の諸條件は多少變更するも發芽に影響するこそ少なき事を知りたり。依つて後には風乾土を除き或は培養液を種々に更へて試験せり。

(ロ) 發芽の狀況(第十五圖版A及び第十六圖版) 卵胞子は播下後20時間内外を經る頃より内容膨張し始め卵胞子膜は次第に緊張して薄くなり、發芽直前には殆ど一線の如く見ゆるに至る。この卵胞子膜の一部(主として藏精器附着部なるが如し)は更に薄くなり顆粒に富みたる内容は之に向て漸次移行す。30—40 時間を経ればこの薄膜部は遂に開口して發芽孔となり、之より發芽管を抽出す。發芽管は極めて速かに伸長するを以て卵胞子播下後2晝夜内外を經過すれば菌絲が白色綿毛狀に生ぜるを肉眼にて容易に認むるを得るに至る。而して發芽管の伸長と共に内容は漸次尖端に移行するを以て三晝夜以上を経れば發芽孔に近き部分は全く空虚となり觀察困難なる。更に4晝夜以上を經過すれば發芽孔附近は一層不明瞭となり同時に細菌、*Fusarium* 菌等の雜菌蕃殖し遂には全く觀察不可能なるを常とす。

發芽孔は一卵胞子に常に1個にして通例1個の發芽管を抽出す。發芽管は無色にして顆粒に富み且つ所々に油球を含み、隔壁を生ずることなく伸

長速かなり。發芽孔附近にて 2—3 に分岐するもの相當多數なるも多くは稍伸長せる後分岐す。分岐は極めて特徴あるものにして直角乃至直角に近き角度にて分岐し、分岐部は多く圓く膨大し、大なる油球を藏するを常とす。發芽孔、發芽管の大きさは第十二表に示す如し。

第十二表 發芽孔及び發芽管の大きさ
Table XII. The size of germ-pore and germ-tube

測定位置 Portion measured	範圍 Range (μ)	平均 Average (μ)	測定個數 Nos. measured
發芽孔の直徑 Diam. of germ-pore	5—14	9.6	157
發芽管直徑 { 基部 Base	3—10	5.4	117
Diam. of { 中央部 Middle	2—8	4.0	129
germ-tube { 尖端部 Tip	2—4	2.7	22

(2) 卵孢子の發芽と温度との關係

卵孢子の發芽に對する限界並に最適温度を知らんが爲めに行ひたる實驗に就て記さんに、初期の實驗(第一及び第二)に於ては數個の定温器に依りて 20, 25, 30, 及び 35°C 區を作り、更に地下室に依りて 15°C の温度を得 5 階級の温度に就て試験せるが、後期の實驗(第三及び第四)に於ては適温器を使用して温度を夫々 9 及び 10 階級に調節せり。而して發芽試験の方法は何れも前述せる所に依りたり。なほ調査は數日間連日行ふこと最も適當なれども、卵孢子播下後數日を経過すれば發芽の識別困難となり、且つ播下後 48 時間及び 72 時間後に調査せる結果を比較するも後者の方稍發芽歩合を増加せるに過ぎずして全く同様の傾向を示せるを以て、總て 48 時間後發芽の有無を調査せり。その實驗成績は第十三表及び第五圖に示すが如し。

本實驗の結果を要約するに 8°C に於ては卵孢子は全く發芽することなく、11.5—18°C に於て極めて僅かに發芽し、20°C 附近に至り急激に發芽を増加せり。而して 20—23.5°C に在ては殆ど相等しき發芽歩合を示し、之より温度上昇すれば發芽は減少し、35°C 及びそれ以上の温度に於ては全く發芽せるものなかりき。之より見れば本菌卵孢子の發芽温度の範圍は 11.5—34°C にして、適温は 20—23.5°C にあるものと認むるを得べし。

なほ樋浦[11]は栗の「ササヲ」病菌卵孢子發芽の適温は 27—30°C となし、35°C にても發芽を見たりとせるも、同氏のその後の報告[12]に於ては著者の實

驗と略相等しき結果を記述せり。

第十三表 卵胞子の發芽と溫度との關係

Table XIII. Relation of temperature to oospore germination.

實驗番號 Exp. No.	溫度 (°C) Temperature	測定總數 Total nos. of oospore	發芽數 Nos. germinated	發芽歩合 % germinated
I	15	600	6	1.00
	20	"	345	57.50
	25	"	274	45.67
	30	"	194	32.33
	35	"	0	0
II	8.0	150	0	0
	11.5	300	3	1.00
	14.5	"	5	1.67
	18.0	"	18	6.00
	21.0	"	178	59.67
	23.5	"	177	59.00
	27.0—27.5	"	122	40.67
	30.5	"	85	28.33
	34.0	"	47	15.67
	37.5	"	0	0

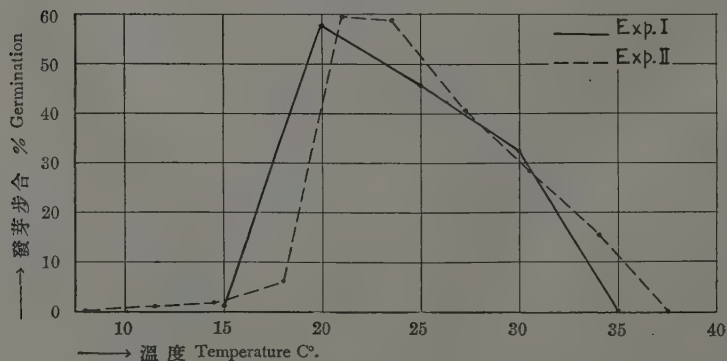
備考 (Notes): 卵胞子採集期日 (Dates of oospore collection) 實驗施行期日 (Dates of experiments)

實驗 I. (Exp. I.) $\begin{cases} 1 & 6/X, 1928 \\ 2 & " & " \end{cases}$ $\begin{cases} 5-7/III, 1929 \\ 11-13/III, " \end{cases}$

實驗 II. (Exp. II.) $\begin{cases} 3 & 18/IX, 1929 \\ 4 & " & " \end{cases}$ $\begin{cases} 2-4/XI, 1929 \\ 13-15/XI, " \end{cases}$

第五圖 卵胞子の發芽と溫度との關係

Fig. V. Graph showing the relation of temperature to oospore germination.



(3) 卵胞子の發芽と水素「イオン」濃度との關係

次に供試培養液の pH 價を種々に變へて卵胞子の發芽試験を行へる結果を示さん。その實驗は四回に亘るものにして、第一及び第二實驗に於ては土壤浸出液に N/5 HCl 及び N/5 NaOH を注加して pH 價を變化せしめ GILLESPIE 氏比色法に依りて pH 價を測定し、第三及び第四實驗に於ては蒸溜水に N/5 HCl 及び N/5 NaOH を加へ Comparator (獨逸 Hellige 社製) に依りて pH 價を測定せり。發芽試験の方法は既に述べたる所と同一なるも土 (T) は培養液の pH 價に影響する恐あるを以て除去せり。なほ調査は卵胞子播下後に晝夜を経て行ひたり。その成績は第十四表及び第六圖に示す如く、卵胞子は pH 2.9 或は 3.1 等 pH 價低き程發芽良好にして、pH 價高くなるに従ひて次第に發芽は不良となり、pH 9.3 に於ては極めて僅少の發芽を認むるに過ぎざりき。

第十四表 卵胞子の發芽と水素イオン濃度との關係

Table XIV. Relation of H-ion concentration to oospore germination

實驗番號 Exp. No.	pH.	測定卵胞子數 Nos. of oospores	發芽卵胞子數 Nos. germinated	發芽歩合 % germinated
I	3.1	300	156	52.0
	4.3	"	104	34.7
	5.4	"	76	25.3
	6.2	"	58	19.3
	6.8	"	34	11.3
	8.1	"	19	6.3
	9.3	"	20	6.7
II	2.9	300	232	77.3
	3.1	"	226	75.3
	3.7	"	211	70.3
	4.2	"	190	63.3
	5.0	"	172	57.3
	5.5	"	161	53.7
	5.9	"	154	51.3
	6.5	"	147	49.0
	7.1	"	129	43.0
	7.5	"	97	32.3
	8.1	"	84	28.0
	8.4	"	61	20.3

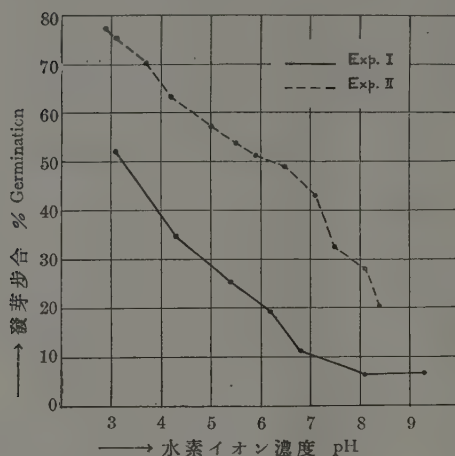
備考: 卵胞子採集期日 實驗施行期日 發芽試験溫度
(Notes) (Dates of oospores collection) (Dates of experiments) (Temperature during experiments)

實驗 I. (Exp. I.) { 1.....6/X, 1928.....15—17/III, 1929.....21°C
2....." "20—22/III, " "

實驗 II. (Exp. II.) { 3.....18/IX, 1929.....9—11/XI, 1929.....21°C
4....." "27—29/XI, "22—24°C

第六圖 卵胞子の發芽と水素イオン濃度との關係

Fig. VI. Graph showing the relation of H-ion concentration to the oospore germination.



(4) 卵胞子の發芽と酸素との關係

UPPAL[27]に依れば露菌科菌類に於ては分生胞子が游走子を生ずる場合はその發芽が酸素の存否に無關係なるも、發芽管を生ずる場合には必ず酸素の存在を必要とせり。此の如き關係に關し本菌卵胞子に就て著者の實驗せし所を述べれば次の如し。

先づ直徑4.5 cm.、高さ12 cm.の有底硝子筒中に高さ5.5 cm.の臺を入れ、この上に發芽試験裝置をなせる直徑3 cm.、高さ3.5 cm.の小「コップ」を靜置せり。次いで100 c.c.の空氣に對し焦性没食子酸1 gr.、10%苛性加里液10 c.c.の割合にて硝子筒内に焦性没食子酸及び10%苛性加里液を加へたる後硝子筒を密閉せり。かく裝置せるものを1晝夜0°C内外の冷蔵庫内に放置せる後取出し20—23°Cの溫度に保てり。なほ對照としては通常の發芽裝置をなせるものを1晝夜冷蔵庫に置きたる後20—23°Cの溫度に保てり。而して試験開始後1週間目まで毎日發芽の有無を調査せり。その調査の結果に依れば、酸素の存在せる場合に於ては何れも30%以上の發芽を爲せるも、酸素を吸收せしめたるものに於ては遂に一も發芽せるものを認むる能はざりき。又

一度酸素を吸収せしめたる試験に供せる卵孢子を再び酸素と接觸せしめて保存せる場合には數日後極めて僅少(3—4%)の發芽を認めたり。

上述せる所より見るに、本菌卵孢子の發芽に際しても酸素の存在を必須の要件とすものにして、一度游離酸素の存在せざる場所に置く時は其後の發芽を減ずる傾向あるものと考へらる。而してこの結果より見れば、從來本菌卵孢子の發芽に成功せざりし原因は、樋浦 [11] の報ずる如く高温の下に試験せざりし事に非ずして、先に著者の述べたる如く觀察期の不適當なりし事並に游離酸素の不足せる結果なるが如し。

(5) 卵孢子の熱に對する抵抗力

卵孢子の熱に對する抵抗力及び死滅溫度を明かにせんが爲、種々の溫度にて卵孢子を處理せる後發芽能力の有無に就て調査せり。

溫度の調節は保温の目的を以て作りたる二重壁の湯槽を用ひ、槽内の水温を所要溫度に上昇せしめたる後瓦斯の小火焰を以て水温の低下を防ぎ且つ常に攪拌して槽内の溫度を均一に保たしめたり。その結果溫度の變化は大略 0.5°C 以内に止むるを得たり。實驗は乾熱及び濕熱に分ちて行ひ、前者の場合には槽内に綿栓を施したる内徑 2 cm、長さ 7 cm. の硝子管を挿入し、管内の溫度が水温と一致せる時卵孢子を之に投入せり。又後者の場合には上記の如く槽内に挿入せる管内に湯を注加し管内の水温と槽内の水温とが相等しくなりたる時卵孢子を管内の水中に投下せり。以上の如く處理せる卵孢子は所定の時間を経過する毎に取出し、既記發芽試験法に依りて發芽の有無を検せり。調査は卵孢子播下後 3 日目迄行ひたり。本實驗の成績は第十五表に示す所の如し。以下同表並に其他の觀察を總括せん。

(イ) 50°C 乾熱の場合に於ては處理時間 30 分—4 時間の何れに於てもなほ卵孢子の發芽を認めたるが、 $1\frac{1}{2}$ 時間以上處理せるものは著るしく發芽歩合を減ぜり。又濕熱の場合には 10—30 分處理のものに僅少の發芽を見たる以外 1—4 時間處理の何れに於ても全く發芽せるものなかりき。

(ロ) 55°C この場合に於ても前者と略同様の傾向を有し乾熱に於ては 1 時間以上處理せるものは著るしく發芽を減ぜざるも、なほ多少發芽するものあるを認めたり。濕熱の場合には 10 分—1 時間處理のものに於て僅か

に發芽せる以外全く發芽せるものなかりき。而してこの實驗に於て1時間處理せるものに1個發芽せるものありたるは恐らく良く注意せるに拘らず

第十五表 熱に依る卵孢子處理と發芽との關係

Table XV. Effect of heat treatment upon oospore germination.

溫度 Temp. (°C)	處理時間 Interval in hour	乾 熱 Dry heat			濕 熱 Wet heat (water)		
		測定總數 Nos. of oosp.	發芽數 Nos. germ.	發芽歩合(%) % germ.	測定總數 Nos. of oosp.	發芽數 Nos. germ.	發芽歩合 % germ.
50	1/6 (hour)	—	—	—	150	13	8.7
	1/2	150	54	36.0	"	2	1.3
	1	"	48	32.0	"	0	0
	1 1/2	"	24	16.0	"	0	0
	2	"	18	12.0	"	0	0
	2 1/2	"	18	12.0	"	0	0
	3	"	12	8.0	"	0	0
	4	"	14	9.3	"	0	0
	無處理 (Control)	"	64	42.7	"	53	35.3
55	1/6	450	110	24.4	300	8	2.7
	1/2	600	121	20.2	"	5	1.7
	1	"	64	10.7	"	1	0.3
	1 1/2	300	17	5.7	150	0	0
	2	"	14	4.7	"	0	0
	2 1/2	"	12	4.0	"	0	0
	3	"	6	2.0	"	0	0
	4	"	3	1.0	"	0	0
	無處理 (Control)	"	104	34.7	300	105	35.0
60	1/6	300	52	17.3	300	0	0
	1/2	"	7	2.3	"	0	0
	1	"	3	1.0	"	0	0
	1 1/2	150	0	0	—	—	—
	2	"	0	0	—	—	—
	2 1/2	"	0	0	—	—	—
	3	"	0	0	—	—	—
	4	"	0	0	—	—	—
	無處理 (Control)	"	45	30.0	150	49	32.7

備考:

卵孢子採集期日

實驗施行期日

發芽試驗溫度

(Notes)

(Dates of oospore collection)

(Dates of experiments)

(Temp. of germination)

50°C { 乾熱 (Dry heat) 18-IX, 1929
 濕熱 (Hot water) " " "

13-15/XII, 1929 21°C
 13-15/XII, " 21°C

55°C { 乾熱 (Dry heat) " " "
 濕熱 (Hot water) " " "

4-6/XII, 12-14/XII, 1929; 18-22°C
 10-12/I, 1930
 4-6/XII, 1929; 14-16/I, 1930 20-24°C

60°C { 乾熱 (Dry heat) " " "
 濕熱 (Hot water) " " "

7-9/XII, 1929; 12-14/II, 1930 22-24°C
 7-9/XII, 1929; 19-21/II, 1930 22-24°C

なほ充分熱に接することなき卵胞子の有せし結果なるべしと考へらる。

(ハ) 60°C 乾熱の場合に於て10—60分處理せるもの以外は總て死滅し、發芽せるものも極めて僅少なりき。濕熱に在ては10分處理のもの並に10分以上處理の何れの場合にも全く發芽を認むる能はざりき。

以上記述せる如く本菌卵胞子も亦一般菌類の胞子に於けると同様乾熱に對しては抵抗力強きも濕熱に於ては之に比し著るしく短時間にて死滅せり。即ち乾熱に於ける50及55°Cに在ては死滅までに數時間を要し、60°Cにては1½時間を要せるが、濕熱の場合には50及び55°Cにて1時間、60°Cにては10分にて總て死滅せり。

(6) 卵胞子の藥劑に對する抵抗力

Sclerospora 屬菌類の卵胞子は藥劑に對する抵抗力相當に強きものの如く、WESTON [30] は甘蔗の露菌病菌 (*Sclerospora* sp.) 卵胞子を消毒するに當り豫め酒精に浸漬せる後硫酸にて處理する事に依り始めて目的を達するを得たる事を報ぜり。著者はこの方面に關する研究として次の實驗を行ひたり。

先づ所要濃度の藥劑溶液を作り、この液中に卵胞子を投入せる後良く攪拌して卵胞子に藥劑を接觸せしめ、而して一定時間を経過する毎に卵胞子を濾紙上に注加して藥劑を流し、更に數回蒸留水を注加して卵胞子に附着せる藥劑を洗滌し、然る後この卵胞子を取りて發芽の有無を検せり。而してその供試藥劑は昇汞、硫酸銅、石灰水、石炭酸及び「フォルムアルデヒド」にして總て「メルク」製品を使用せり。又各藥劑の供試濃度は種々なるも、處理時間は $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{2}$, 1, 1½, 2, 3 及び4時間とせり。その實驗成績は第十六表に示す所の如し。而して之を次の如く要約せん。

(イ) 昇汞 HgCl_2 (供試濃度—0.01, 0.05 及び 0.1%) —— 本劑にて處理する時は卵胞子は容易に死滅するに至るものの如く、0.01%にては三時間浸漬せるものに於てもなほ發芽を見たるが何れも發芽歩合低く、0.05 及び 0.1%に於ては浸漬時間10分のものにありて既に全く發芽を認めざりき。

(ロ) 硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (供試濃度—0.05, 0.1 及び 0.5%) —— 0.05 及び 0.1%の何れの場合にも浸漬時間4時間まで總て發芽を見たるも、發芽は皆僅少に過ぎざりき。又 0.5%にては2時間浸漬のものまで僅少の發芽を認めた

第十六表 藥劑に依る卵胞子の處理と發芽との關係

Table XVI. Effect of Chemicals upon oospore germination.

處理 時間 Interval (hour)	昇 汞 HgCl_2					
	0.01 %		0.05 %		0.1 %	
	發 芽 數 Nos. germinated	發芽歩合(%) % germinated	發 芽 數 Nos. germinated	發芽歩合(%) % germinated	發 芽 數 Nos. germinated	發芽歩合(%) % germinated
$\frac{1}{6}$	18	12.0	0	0	0	0
$\frac{1}{2}$	13	8.7	0	0	0	0
1	8	5.3	0	0	0	0
$1\frac{1}{2}$	17	11.3	0	0	—	—
2	2	1.3	0	0	—	—
3	18	12.0	0	0	—	—
4	—	—	0	0	—	—
C.	39	26.0	54	36.0	44	29.3

硫 酸 銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$						
0.05 %			0.1 %		0.1 %	
$\frac{1}{6}$	16	10.6	17	11.3	5	3.3
$\frac{1}{2}$	14	9.3	15	10.0	3	2.0
1	10	6.7	9	6.0	4	2.7
$1\frac{1}{2}$	11	7.3	7	4.7	2	1.3
2	8	5.3	5	3.3	1	0.7
$2\frac{1}{2}$	2	1.3	2	1.3	0	0
3	6	4.0	3	2.0	0	0
4	3	2.0	1	0.7	0	0
C.	46	30.7	48	32.0	44	29.3

石 炭 酸 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$						
0.1 %			0.5 %		1.0 %	
$\frac{1}{6}$	13	8.7	3	2.0	0	0
$\frac{1}{2}$	11	7.3	0	0	0	0
1	4	2.7	0	0	0	0
$1\frac{1}{2}$	9	6.0	1	0.7	0	0
2	4	2.7	0	0	0	0
$2\frac{1}{2}$	4	2.7	0	0	0	0
3	3	2.0	0	0	0	0
4	4	2.7	0	0	0	0
C.	51	34.0	57	38.0	53	35.3

「フオルムアルデヒド」 CH_2O						
0.1 %			0.25 %		0.5 %	
$\frac{1}{6}$	26	17.3	7	4.7	3	2.0
$\frac{1}{2}$	11	7.3	3	2.0	0	0
1	9	6.0	0	0	0	0
$1\frac{1}{2}$	10	6.7	0	0	0	0
2	8	5.3	0	0	0	0
$2\frac{1}{2}$	7	4.7	0	0	0	0
3	2	1.3	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
C.	51	34.0	55	36.7	56	37.3

第十六表 續き Table XVI (continued)

石 灰 水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$		
處 理 時 間 Interval (hour)	發 芽 數 Nos. germinated	發 芽 歩 合 (%) % germinated.
$\frac{1}{6}$	20	11.3
$\frac{1}{2}$	10	6.7
1	13	8.7
$1\frac{1}{2}$	11	7.3
2	9	6.0
$2\frac{1}{2}$	6	4.0
3	7	4.7
4	2	1.3
C.	46	30.7

備考(Notes): 卵胞子採集日(Dates of oospore collection)...18/IX, 1929, 卵胞子測定數(Nos. oospore measured)...150, 卵胞子處理溫度(Temp. treatment)...20—22°C., 發芽試驗溫度(Temp. germination experiment)...19—25°C., 實驗施行期日(Dates of experiments)...昇汞(Mercuric chloride)...27/I—8/II, 1930, 硫酸銅(Copper sulphate)...20—28/II, 1930, 石炭酸(Carbolic acid)...17—22/III, 1930, 「フオルムアルデヒド」(Formaldehyde)...2—12/IV, 1930, 石灰水(Lime water)...5—7/III, 1930.

C...無處理(Control)

るも $2\frac{1}{2}$ 時間以上浸漬のものに在りては發芽せるものを認むること能はざりき。

(ハ) 石灰水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (生石灰を充分に蒸溜水中に投入し1晝夜放置せる後濾過して使用)——本劑にて處理せる卵胞子は何れも著るしく發芽歩合を減じたるも浸漬時間4時間區に於ては僅少の發芽を見たり。

(ニ) 石炭酸 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ (供試濃度—0.1, 0.5 及び 1.0%)——0.1% の場合には4時間浸漬區に至るまで總て發芽を認めたるもその發芽歩合は著るしく減少せり。0.5% にては $\frac{1}{6}$ 及び $1\frac{1}{2}$ 時間浸漬區に僅少の發芽を認めたるも、この $1\frac{1}{2}$ 時間區の場合は恐らく藥劑の附着せざりし卵胞子の殘存せる結果なるべく、從て 0.5% に於ては藥劑に $\frac{1}{2}$ 時間以上接觸すれば總て死滅するに至るものと考へらる。又 1% 區に於ては $\frac{1}{6}$ —4 時間浸漬の何れの場合に在ても發芽せるものなかりき。

(ホ) 「フオルムアルデヒド」 CH_2O (供試濃度 0.1, 0.25 及び 0.5%)——0.1% に於ては $\frac{1}{6}$ —3 時間浸漬區の何れに在ても發芽歩合著るしく減少せるもなほ多少生存し、4 時間浸漬の場合には一も發芽せるものなかりき。0.25% にては $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{2}$ 時間浸漬せる場合に僅少の發芽を見たるのみにして1時間以上浸漬せる時は全く發芽を認むる能はざりき。又 0.5% 區に在ては $\frac{1}{6}$ 時間浸

漬區に極めて僅少の發芽を見たるも $\frac{1}{2}$ 時間以上浸漬せる場合には一も發芽せるものなかりき。

以上の成績より見れば、本菌卵胞子に對する殺菌力は昇汞最も大にして、「フォルムアルデヒド」、石炭酸之に次ぎ、硫酸銅稍劣り、石灰水最も微弱なるものの如し。而してこの結果より見れば本菌卵胞子の消毒に際しては甘蔗の露菌病菌卵胞子に就て WESTON の報ぜる如く強力なる藥劑處理を要せざるものと考へらる。

(7) 卵胞子の休眠期間

耐久胞子は一般に長短の差ありと雖も休眠期間を経て後始めて發芽するに至る事は既に數多の菌類に就て證明せられたり。著者は本菌卵胞子に就て休眠期間の存否を明かにする爲め發芽並に接種試験を施行せり。而して前者は既述の發芽試験方法に依り、後者は種子に卵胞子を塗沫する方法に依り接種を行ひたり。本實驗の成績は第十七、十八表に示すが如し。

第十七表 卵胞子の發芽と休眠期間との關係
Table XVII. Oospore germination experiment related to resting period.

卵胞子採集期日 Date oosp. collect.	發芽試験期日 Date germinat. exp.	採集後發芽試験 迄の経過日數 Days after collect.	發芽歩合 (%) % germinated	發芽試験温度 Temp. germinat.
30/VIII, 1929	30/VIII, 1929	0 (days)	0	20°C
18/IX, 1929	18/IX, 1929	0	0	20°C
" "	21—24/IX, "	3	14.3	20°C
" "	2—4/XI, "	45	68.6	21°C

第十八表 卵胞子に依る接種試験 (塗沫法)
Table XVIII. Inoculation experiment.

卵胞子採集期日 Date oosp. collect.	接種試験期日 Date inocul. exp.	採集後接種試験 迄の経過日數 Days after collect.	發病歩合 (%) % infected	粟 品 種 Variety of Host.
15/VIII, 1925	9/IX, 1925	25 (days)	50.0	No. 124
" "	12/IX, "	28	39.5	"
" "	12/X, "	58	83.3	又四郎 Matasirō
" "	" "	58	47.6	No. 124
" "	" "	58	33.9	安兵衛 Yasubei

前表に依て見るに卵胞子は採集直後に於ては全く發芽するものを認むる能はざりしが採集後3日を経れば既に14.3%の發芽歩合を示し、44日を経過せるものは68.6%の發芽を爲せり。又接種試験に於ては卵胞子採集後25日を経たるものを供用して50%の發病を見、以後殆ど同様の發病を見たり。

之より見れば本菌卵孢子は採集直後に於ては發芽する事なく、數日を経過すれば發芽すると同時に寄主體に侵入し得るものにして休眠期間は殆ど要せざるものと認むるを得べし。而して卵孢子採集直後に於て發芽せざりしは或は孢子未熟にして採集後後熟する等の關係あるに非るかと思惟せらる。この見地よりすれば採集時期を早むる場合には更に長期間發芽を見るに至らざる事あるべしと考へらる。

(8) 卵孢子の生存期間

一般に菌類の耐久孢子は生存期間長きものにして數年間に亙るもの多し。*Sclerospora* 屬菌類に於ても卵孢子は比較的長く發芽能力を有し、MELHUS 等 [14] に依れば *Scl. graminicola* 菌卵孢子は乾燥狀態に於て大約30ヶ月間生存せり。本菌の場合に於ても其生存期間は相當長期に亙るべきを以て之を明かにする爲め次の實驗を施行せり。

6/X, 1928 及び 18/IX, 1929 採集せる卵孢子を乾燥狀態にて實驗室内に保存し、時々發芽を検しその發芽能力を喪失するに至る迄の期間を調査せり。その成績は第十九表の如し。

第十九表 卵孢子の生存期間

Table XIX. Longevity of oospores.

試驗番號 Exp. No.	卵孢子採集日 Oosp. collected	發芽試驗期日 Date germinat.	經過日數 Interval.	供試孢子數 Total nos. oosp.	發芽數 Nos. germinated	發芽歩合 % germinated	發芽試驗溫度 Temp. germinated
I.	6/X, 1928	5—7/III, 1929	119(days)	300	152	50.7	20°C
	" "	11—13/III, "	125	"	192	64.3	"
	" "	21—24/IX, "	319	"	15	5.0	"
	" "	30/XI—2/XII, "	359	"	7	2.3	22
	" "	21—23/I, 1930	411	"	1	0.3	"
	" "	22—24/II, "	445	"	0	0	"
	" "	11—13/III, "	460	"	14	4.7	20—21.5
	" "	24—26/IV, "	504	"	4?	1.3?	21
	" "	20—22/V, "	530	"	0	0	"
II.	18/IX, 1929	21—23/IX, 1929	3(days)	300	43	14.3	20°C
	" "	2—4/XI, "	45	150	103	68.6	21
	" "	13—15/XI, "	56	"	78	52.7	23.5
	" "	30/XI—2/XII, "	73	300	171	57.0	22
	" "	13—15/XII, "	86	150	64	42.7	"
	" "	28—30/I, 1930	132	"	54	36.0	20.5—21.0
	" "	17—19/II, "	152	"	53	35.3	"
	" "	15—17/I, 1931	484	"	14	9.3	21
	" "	15—17/II, "	515	"	11	7.3	"

前表に依りて見るに本菌卵胞子は採集後翌年の春迄は良く發芽をなせるも夏期を経過すれば急激に發芽は不良となり、以後は漸次發芽歩合を減じ第二年目の夏期に至れば殆ど發芽能力を失ふに至る。之より見れば本菌卵胞子は大約一年半(500—600日)内外を経過すれば死滅するに至るものにして、MELHUS 等の所説より稍短命なるが如し。

摘 要

(1) 本報告に於ては粟に寄生する *Sclerospora graminicola* 菌の擔子梗、分生胞子及び卵胞子の生理的性質に就て記述せり。

(2) 擔子梗及び分生胞子は適當なる環境下に於ては晝夜共に生成を見るも晴天の場合圃場に於ては常に夜間に於てのみ之を生ず。而して其生成に際しては葉面に薄き水層の存在することを必須の要件とす。又之が生成は僅かに數時間を要するのみにして、生成適温は 18—20°C の間にあり。

(3) 擔子梗の大きさは時期並に温度に依て變化す。即ち春期粟の幼稚なる期間は小且簡にして、生長に従ひて大となり、生育末期に至れば最大且最複雑となる。又温度との關係に於ては低温の時小にして、温度上昇するに従ひて大となり、更に高温に至れば畸形を呈し分生胞子を生ずること全くなきに至る。

(4) 分生胞子の大きさは温度の差異に依りて著るしき變異を生ず。從て粟の生育期間に於ても時期の推移に伴ふ温度の高低に依り大きさを變じ、春期小形にして夏期大となり秋期再び小となりたり。

(5) 分生胞子は通例游走子を生じて發芽するも環境不適當なる時即ち低温又は高温に於て或は分生胞子未熟なるもの及び古きものを供用せる時は應々發芽管を以て發芽することあり。

(6) 分生胞子發芽の温度は範圍 5—33.5°C にして、適温は 9—20.5°C の間にあり。

(7) 分生胞子は乾燥に對する抵抗力極めて弱く葉面の水層乾燥するに至れば僅かに 30 分内外にて死滅す。

(8) 卵胞子は通例一個の發芽管を生じて發芽し、發芽孔附近或は稍生長せる部分に於て直角又は之に近き角度を以て分岐す。

(9) 卵胞子の發芽温度は範圍 11.5—34°C にして、適温は 20—23.5°C の間にあり。

(10) 卵胞子の發芽と水素イオン濃度との關係に於ては濃度低き(pH 3.1)ほど發芽良好にして、濃度高くなるに従ひて不良となる傾向を示せり。

(11) 卵胞子は發芽に際し酸素を要するものの如く、游離酸素の存在せざる時は發芽することなし。

(12) 卵胞子は乾熱に對しては相當抵抗力強く、50 及び 55°C にては死滅迄に數時間、又 60°C にて 1½ 時間を要せり。濕熱に於ては 50 及び 55°C にて 1 時間、60°C にては 10 分にて死滅せり。

(13) 卵胞子の藥劑に對する抵抗力は、昇汞に於て最も弱く次いで「フォルムアルデヒド」、石炭酸、硫酸銅に弱く、石灰水に對し最も強し。

(14) 卵胞子は休眠期間を殆ど要せざるものの如く採集後數日を經過すれば良く發芽するに至る。

(15) 乾燥状態にて保存せる卵胞子は大約一年半發芽能力を保持せり。

引用文獻 Literature cited

1. ATANASOFF, D.: *Dilophospora* disease of cereals. *Phytopath.* xv, 11—39, 1925.
2. BURGER, O. F.: Variations in *Colletotrichum gloeosporoides*. *Jour. Agr. Res.* xx, 735, 1921.
3. 榎本鈴雄: 麥斑葉病菌の生理學的研究、札幌農林學會報、95, 128—183, 1929.
4. EVANS, M. M. and George HARRAR: Germination of the oospores of *Sclerospora graminicola* (SACC.) SCHROET. *Phytopath.* xx, 993—997, 1930.
5. FISCHER, Alfred: Phycomyces; Rabenhorst, Ludwig. *Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich, und der Schweiz.* Bd. 1. Abt. 4, 505, 1892.
6. GÄUMANN, E.: Beiträge zu einer Monographie der Gattung *Peronospora* CORDA: Materialien zur Kryptogamenflora der Schweiz, Bd. v, Heft 4, Verlag Gebr. Fretz, Zürich, 1923.
7. —: Vergleichende Morphologie der Pilze (Jena), 1926.
8. 樋浦誠: 農業植物露菌病に關する研究 (I)、粟の露菌病 (*Sclerospora graminicola*) に就て (第一豫報)、*Transact. Sapporo Nat. Hist. Soc.*, X, 146—155, 1929.
9. —: 農業植物露菌病に關する研究 (I)、粟の露菌病に就て (第二豫報)、*農學會報*, 319, 243—253, 1929.
10. —: 農業植物露菌病に關する研究 (I)、粟の露菌病に就て (第三豫報)、*農業及園藝*, iv, 525—535, 1929.
11. —: 農業植物露菌病に關する研究 (I)、粟の露菌病に就て (第四豫報)、*病蟲雜*, xvi, 513—517, 1929.
12. HIURA, Makoto: A simple method for the germination of oospores of *Sclerospora graminicola*. *Science* LXXII, 1856, 95, 1930.

13. LEONIAN, Leon H.: The effect of different host upon the sporangia of some *Phytophthora*. *Phytopath.* XVII, 483-490, 1927.
14. MELHUS, J. E., Van HALTERN, F. H., and Donald E. BLISS: A study of *Sclerospora graminicola* (SACC.) SCHROET. on *Setaria viridis* (L.) BEAUV. and *Zea mays* L. *Agr. Exp.*, Iowa State Coll. Agr. Mechan. Arts. Botany and Plant Path. Sect. Res. Bull. III, 297-338, 1928.
15. 三宅勉: 甘蔗露菌病調査、臺灣總督府精試特報、I, 1911.
16. 西田藤次、前原最藏: 最新作物病害教科書、78, 1923.
17. SACCARDO, P. A.: *Fungi veneti nov. v. critici* V. *Mycogiae-Venetae Addendi Series* 13. *Michelia* v, 528-648, 1882.
18. —: *Syll. Fung.* VII, 238~239, 1888.
19. —: *Syll. Fung.* XVII, 520, 1905.
20. 澤田兼吉: 臺灣産菌類調査報告第一編、臺灣總督府農試特報、第十九號、93—97, 1919.
21. —: 分生孢子時代より見たる臺灣産粉病菌屬、臺灣總督府中研、農業部報第二十四號、1927.
22. SCHROETER, J.: *Hedwigia*, XVIII, 83, 1879.
23. —: *Die Pilz Schlesiens (Kryptogamenflora von Schlesien)*. Heft I, 236, 1889.
24. 白井光太郎: 寄生菌より起る粟の病害に就て、植維、XI, 122, 115~119, 1897.
25. 田杉平司: 粟のサ、ラ病々原菌に關する研究 (講演要旨) 日本植病會報、II, 302~304, 1930.
26. THUNG, T. H.: *Opmerkingen over Peronospora parasitica* op Kool. *Tijdschr. Plantenziekt.* Jrg. XXXII, 161-179, 1926.
27. UPPAL, B. N.: Relation of oxygen to spore germination in some species of the *Peronosporales*. *Phytopath.* XVI, 285-292, 1926.
28. WEIMER, J. L.: Variations in *Pleurage Curvicolle* (WINT) KUNTZE. *Amer. Jour. Bot.* VI, 406-419, 1919.
29. WESTON, W. H. Jr.: Production and dispersal of conidia in the Philippine *Sclerospora* of maize. *Jcur. Agr. Res.* XXIII, 239-278, 1923.
30. —: A method of treating maize seed to destroy adherent spores of downy mildew. *Jcur. Agr. Res.* XXIV, 853-860, 1923.
31. —: Nocturnal production of Conidia by *Sclerospora graminicola*. *Jcur. Agr. Res.* XXVII, 771-784, 1924.
32. —: Downy mildew on Everglade Millet in Florida. *Jcur. Agr. Res.* XXXVI, 935-964, 1928.
33. —: Pharmacies FRECHOU and the germination of *Sclerospora* oospores. *Phytopath.* XXI, 441-443, 1931.

圖版說明

- 第十四圖版 A. 担子梗の變異(×350). 1...20/IV, 1925 生成、2...16/VII, 1925 生成、3...2/X, 1925 生成、4...4/XI, 1925 生成。
 B. 28°C(左)及び30°C(右)に於て生成せられたる担子梗(×350)。
 C. 氣孔より抽出せる担子梗(×210)。
 D. 萎凋せる担子梗(基脚細胞 Basal cell を有す)(×350)。
- 第十五圖版 A. 卵孢子の發芽(×350)。
 B. 5°C に於て發芽管を生ぜる分生孢子子の發芽(×700)。
 C. 游走子を生ぜる分生孢子子の發芽(×700)。
 D. 游走子(×700)。
 E. 游走子の發芽(×700)。
 F. 分生孢子内に止まりたる游走子の發芽(×700)。
- 第十六圖版 卵孢子の發芽。1, 2... (×420), 3—6... (×190)。1, 2...發芽孔より發芽管抽出の狀態。3...發芽管の分岐狀態。4, 5...發芽孔附近にて分岐せる發芽管。6...發芽管を僅かに抽出せる狀。

STUDIES ON THE PHYSIOLOGY OF THE CONIDIOPHORES, CONIDIA
AND OOSPORES OF *SCLEROSPORA GRAMINICOLA* (SACC.)
SCHROET. ON THE JAPANESE MILLET
(*SETARIA ITALICA* (L.) BEAUV.) (*Résümé*)

(Studies on Japanese Peronosporales II)

Heizi TASUGI

PLATES XIV—XVI

Sclerospora graminicola (Sacc.) Schroet. which is commonly found in Japan on *Setaria italica* (L.) Beauv. and *S. viridis* (L.) Beauv. causes every year some damages upon the harvest of the Japanese millet (*S. italica*), widely cultivated in this country, especially in Korea.

Since 1924, the writer has been studying the physiology and pathogenicity of the fungus parasitic on *S. italica* and the environmental factors for its infection. In this paper, the writer intends to report some physiologic characters of the fungus, making the first part of the study.

I. CONIDIOPHORE AND CONIDIA

Production of Conidiophores and Conidia (cf. Table 1):—Though the nocturnal production of conidia of *Sclerospora* fungus has been reported by MIYAKE (17) and WESTON (32, 34), MELHUS and others (16) have experimented recently upon their daytime production. As concerning *Scl. graminicola* on *S. italica* the sporulation has not yet been precisely studied, the writer's observation and experiments were made on this subject.

According to field observations the conidiophores and conidia are always produced in the night of fine weather. When it rains lightly, or even in fine weather, when diseased plants are placed in the room under bell-jars, the sporulation is occasionally witnessed during the daytime.

In the laboratory, their development was studied in detail. The diseased leaves, collected in the field, were immediately taken into the laboratory at the temperature about 30° C. and wiped gently with a writing brush to remove the conidiophores and conidia previously produced. These leaves were held in moist chambers at about 20° C. and placed near the window.

In the case above cited, the sporulation takes place in every case even under the day-light and then the thin water film is observed upon the leaves with no exception, owing to the differences of temperature between the moist chamber and the room.

From the foregoing studies, it seems that the absence of light is not the limiting factor for the development of conidiophores and conidia, but the presence of favorable conditions of moisture for the producing the water film upon the surface of the leaves is essentially necessary for it. These moisture conditions will be obtained in the field during daytime when it rains, and during night of fine weather when there exists a certain difference of temperature between the

daytime and the night. So it will not be right to consider that they may develop exclusively during night.

Time required for Development of Conidiophores and Conidia (cf. Table I):—The production of conidiophores begins 2–5 hours after diseased plants were placed in moist chamber. It is thought that such time interval is required for the preparation of their production, that is the development of mycelial mass which will be crowded within the stomatal cavity. The conidiophores will mature within $\frac{5}{6}$ –2 hours after their appearance upon the leaves, and further 1–2½ hours are required for the maturation of conidia. The total time from the beginning of the experiment to the maturation of conidia amounts to 4–8½ hours.

When the leaves, just previously used for the experiment, are placed again in the moist chamber for the same purpose, the total time required for the sporulation is shortened. The reason lies perhaps in the fact that the preparation time is reduced to zero, the mycelial mass of the fungus existing already in the stomatal cavity of re-used leaves.

Relation of Temperature to Development of Conidiophores and Conidia:—In this experiment, it seems that the most favorable temperature for their development lies between 18–20.5°C., the minimum and the maximum being 5°C. and 35°C. respectively.

Variation of Conidiophores (cf. Table II, Plate XIV):—The conidiophores change their size and structure according to the growing stage of the host plants and temperature. Thus when the plant is very young in the spring they are usually short and simple in structure, bearing 4–10 conidia and in the extreme case being very like those of the genus *Basidiophora*. As the plants grow and when summer is approaching they become larger and more complex, and when the plants approach to the harvest time in the autumn, they take very complex structure and attains the maximum length which is almost double of the spring size.

The conidiophores vary also according to temperature. At lower temperatures such as 5–15°C., they are small, simple and regular-shaped. At 18–23°C., they became larger and more complex. At 26–30°C., they become much longer and more complex in structure but somewhat malformed and in the extreme case they look as mere knoblike masses of mycelia bearing no conidia.

Variation in Size of Conidia (cf. Table III–IX, Fig. 1):—The size of the conidia of *ScL. graminicola* hitherto described is very various as shown in Table III, and in some cases they are hardly thinkable to belong to one and the same species. To explain this diversity, two experiments were done concerning (1) the seasonal changes of the conidial size and (2) the temperature variations. Concerning (1), the conidia are small in young stage of the host plant in the spring. In summer when the plant grows, they become larger and attain the maximum in the middle of August. In autumn, however, the size of the conidia decreases again, and at last it becomes almost the same as in the spring. These variations in size seem to correspond to the seasonal changes of temperature. Concerning (2), the size of the conidia varies under different temperature. Under lower, they

are small and as it becomes higher, they become larger. In these two experiments above indicated, the ratio width / length is large when the conidia are small and becomes smaller when the conidia are larger. This fact seems to show that the increase of the length of the conidia goes quicker than that of the width.

On the basis of these results the writer will incline to conclude that the variation in the size of the conidia is due to the change of the air temperature under which the sporulation takes place.

Germination of Conidia (cf. Plate xv):—Under ordinary circumstances, when the mature conidia are sown in tap water, they germinate immediately, liberating zoospores. Their number extruded from one conidium are 1–8 (mostly 3–4), while the diameter of the encysted zoospore is $9\text{--}12\mu$. In rare case, however, when the condition is unfavourable for their germination, as for example when the temperature is too low ($5\text{--}9^{\circ}\text{C.}$) or too high ($28\text{--}30^{\circ}\text{C.}$), or when the conidia are too young or too old, then they germinate occasionally, producing germ-tubes instead of zoospores.

Relation of Temperature to Conidial Germination (cf. Table x, Fig. II):—At $-1\text{--}+1^{\circ}\text{C.}$ no conidial germination is observed, but at 5°C. the germination occurs with high percentage. At $9\text{--}20.5^{\circ}\text{C.}$ it is in any case above 90%, though at 17.5°C. the maximum is observed. As the temperature becomes higher than 20.5°C. the percentage decreases and at $30.5\text{--}33.5^{\circ}\text{C.}$ the germinated conidia are found very rarely. From this, it seems that the optimum temperature for the germination is 17.5°C. , the minimum near 5°C. and the maximum about 33.5°C.

The time required for the germination after the conidia were sown varies according as the temperature changes. In general, they germinate quickly at higher temperatures and slowly at lower ones. Near the optimum temperature the conidia require about one hour for the germination and at above 20°C. 40 minutes. Under these conditions, the liberation of zoospores occurs instantaneously. They swim very actively and encyst themselves within 10–30 minutes. But at 9°C. some are found to germinate even after 30 hours and at 5°C. after 72 hours. In these cases, the time for the zoospore liberation is prolonged to about one minute, while the movement of the zoospores is very inactive and encyst themselves after $\frac{1}{2}\text{--}1$ hour.

Longevity of Conidia (cf. Table XI, Fig. III):—The following experiment was performed. Just when the conidia mature, the leaves were taken out from the moist chamber and placed on the table. Then the conidial germination was observed from time to time. During this experiment the room temperature was about 33°C. , the air moisture 74.5%, and the water film on the leaves disappeared entirely after 7 minutes.

The conidia which were tested just when the leaves were taken out from the moist chamber, germinated approximately 100%, but when the water film disappeared their germination was observed rarely and after 40 minutes none.

From this experiment, it is clear that the conidia lose their germinating power soon after the water film disappears.

II. OOSPORE

Oospore Germination (cf. Fig. iv, Table XII, Plate xv, xvi):—Experiments concerning the oospore germination has been made since 1924, but all failed when ordinary germination methods were adopted. In Feb., 1929, it was found that the sufficient supply of free oxygen is necessary for the oospore germination. From this point of view, a simple germination apparatus as shown in Fig. IV was devised, and on 4, Feb., 1929, the oospores were sown and placed under 20°C. On 6, Feb., when examined under microscope, the oospore germination was found to have taken place, producing germ-tubes. After this, every trial to make the oospores germinate was crowned with success. Since till then this fact was not recorded by any author, the writer reported the results at the meeting of the Phytopathological Society of Japan held in April, 1929, and described shortly in the Annals of the Society (28) in the same year. After this discovery, HIURA (11, 12, 13) in Japan and EVANS and HARRAR (9) in America also found the oospore germination of *Scl. graminicola*. /4

Oospores germinate within 30–48 hours after they are sown. At first the oospore wall becomes tense owing to the turgidity of the cell and then so thin that its boundary looks like a fine line. Protoplasm gathers to a point which at last will become the germ-pore and which seems to have been that of the attachment of the antheridium. After this a germ-tube protrudes from the germ-pore and elongates very rapidly. There is only one germ-pore for each oospore and always a single germ-tube is observed. The branching of the germ-tube takes place occasionally near the germ-pore, but usually at some distance from it, the branches always being precisely or approximately right-angled to the primary tube. The germ-tubes have no septa; they are hyaline and granular, containing oil globules. The size of the germ-pore and germ-tube are shown in Table XII.

Effect of Temperature to Oospore Germination (cf. Table XIII, Fig. v):—At 8°C. no germinated oospore is observed and at 11.5–18°C. the germination occurs very scantily. At 20°C. the number of germinated ones increases suddenly and at 20–23.5°C. their percentage is always high. As the temperature becomes higher than 23.5°C., the germination rate decreases gradually, till 35°C., when no germination at all is seen.

From this result the optimum temperature for the oospore germination seems to be 20–23.5°C., the minimum about 11.5°C. and the maximum near 35°C.

Effect of H-ion Concentration to Oospore Germination (cf. Fig. vi, Table xiv):—Oospores germinate abundantly at pH 2.9 or 3.1, which seems to be favorable for their germination. As the pH value becomes higher, the number of germinated oospores decreases gradually, and at pH 9.3 the germinated ones are observed very scantily.

Effect of Oxygen to Oospore Germination:—It has been shown that the supply of free oxygen is essentially necessary for the germination of spores which will produce germ-tubes. As the oospores of the fungus germinate with germ-tubes, it is supposed that oxygen may effect markedly their germination. If free oxygen is totally absorbed by a mixture of pyrogalllic acid and caustic potash, no

germination of oospores occurs, while under sufficient oxygen supply it is observed with no exception.

Influence of High Temperature Treatment of Oospores for their Germination (cf. Table xv):—At 50°C., under dry heating, the oospores germinate in all cases, though its percentage decreases considerably. In the case of hot water treatment, however, no germination is observed after 1–4 hours. At 55°C., the effect of the dry heating is almost the same as that at 50°C. Under hot water treatment no oospore germinates after being treated $\frac{1}{2}$ –4 hours. At 60°C., under dry heating for $\frac{1}{6}$ –1 hour very few oospores germinate, and in the other case none. After hot water treatment, germinated oospore is never found.

Effect of Chemicals for Germination of Oospores (cf. Table xvi):—In this experiment, mercuric chloride, copper sulphate, carbolic acid, formaldehyde and lime water were used.

In the case of mercuric chloride, oospores treated with 0.01% solution germinate very feebly, and when treated with 0.05 and 0.1% germination never occurs.

By treating with 0.05 and 0.1% copper sulphate for $\frac{1}{6}$ –4 hours, oospore germination is observed though the percentage is very low. In the case of 0.5% concentration, however, when the treatment endures $2\frac{1}{2}$ –4 hours, no germinated oospores are found.

Oospores treated with 0.1% carbolic acid germinate scantily. By the treatment with 0.5% for $\frac{1}{2}$ –4 hours no germination is observed.

Concerning formaldehyde (indicated with Vol.%) treatment, 0.1% solution for 4 hours, 0.25% for 1–4 hours and 0.5% for $\frac{1}{2}$ –4 hours destroy the viability of oospores.

Lime water treatment is not so effective as those above mentioned, the oospores being able to germinate though their germination power is weakened markedly.

Resting Period of Oospores (cf. Table xvii, xviii):—No germinated oospores are found at the time of their collection. However, after several days very few germinate, and after one month or more their germination is very vigorous with high percentage. The oospores, stored for near one month after the collection infect plants readily, taking the same tendency as that of the germination.

From this experiment it seems that the oospores germinate almost without any resting period, though the degree of the maturation of the oospore has much influence on their germination.

Longevity of Oospores (cf. Table xix):—The oospores were stored under dry condition after their collection and the germination experiments were done occasionally.

The oospores germinate with high percentage until the next spring, but after the summer their germination power decreases conspicuously. After 500–600 days from the collection the oospores become unable to germinate.

EXPLANATION OF PLATES

PLATE XIV.

- A. The variation of the conidiophore. ($\times 350$). 1...20/IV, 1925, 2...16/VII, 1925, 3...2/X, 1925. 4...4/XI, 1925.
- B. Conidiophores produced at the temperatures 28°C (left) and 30°C (right). ($\times 350$).
- C. Young conidiophores protruded from the stomata. ($\times 210$).
- D. Shriveled conidiophore, having a basal cell. ($\times 350$).

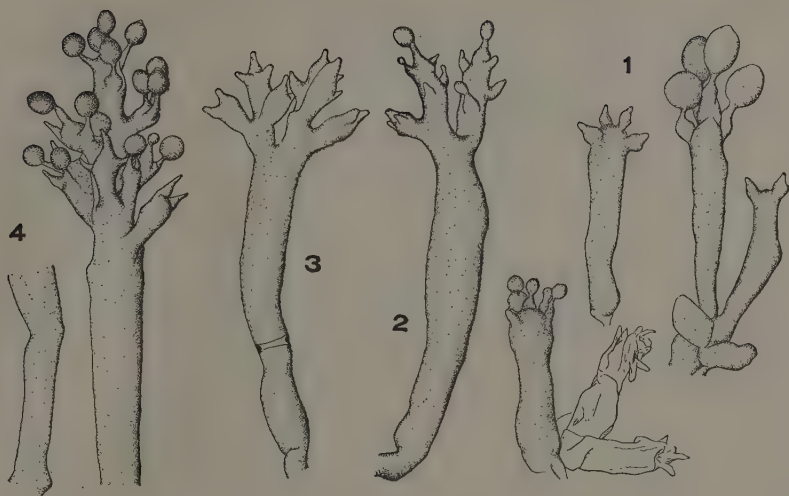
PLATE XV.

- A. Oospore germination. ($\times 350$).
- B. Conidial germination at 5°C , producing germ-tube. ($\times 700$).
- C. Conidial germination, producing zoospores. ($\times 700$).
- D. Zoospores. ($\times 700$).
- E. Zoospore germination. ($\times 700$).
- F. Zoospore germination in the conidium. ($\times 700$).

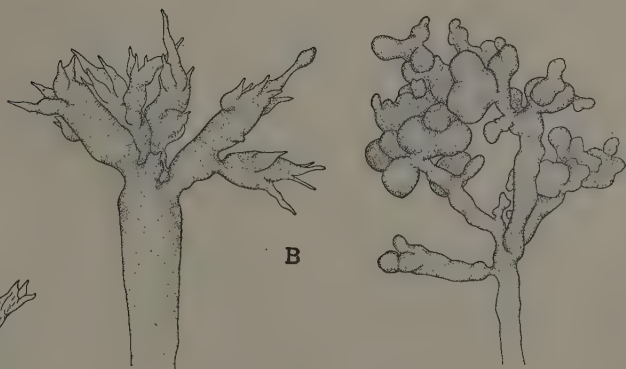
PLATE XVI.

- Oospore germination. 1, 2...($\times 420$), 3-6...($\times 190$).

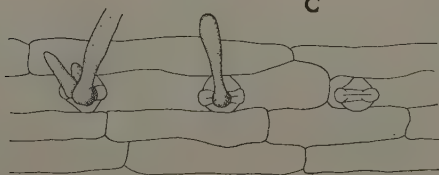
A



B

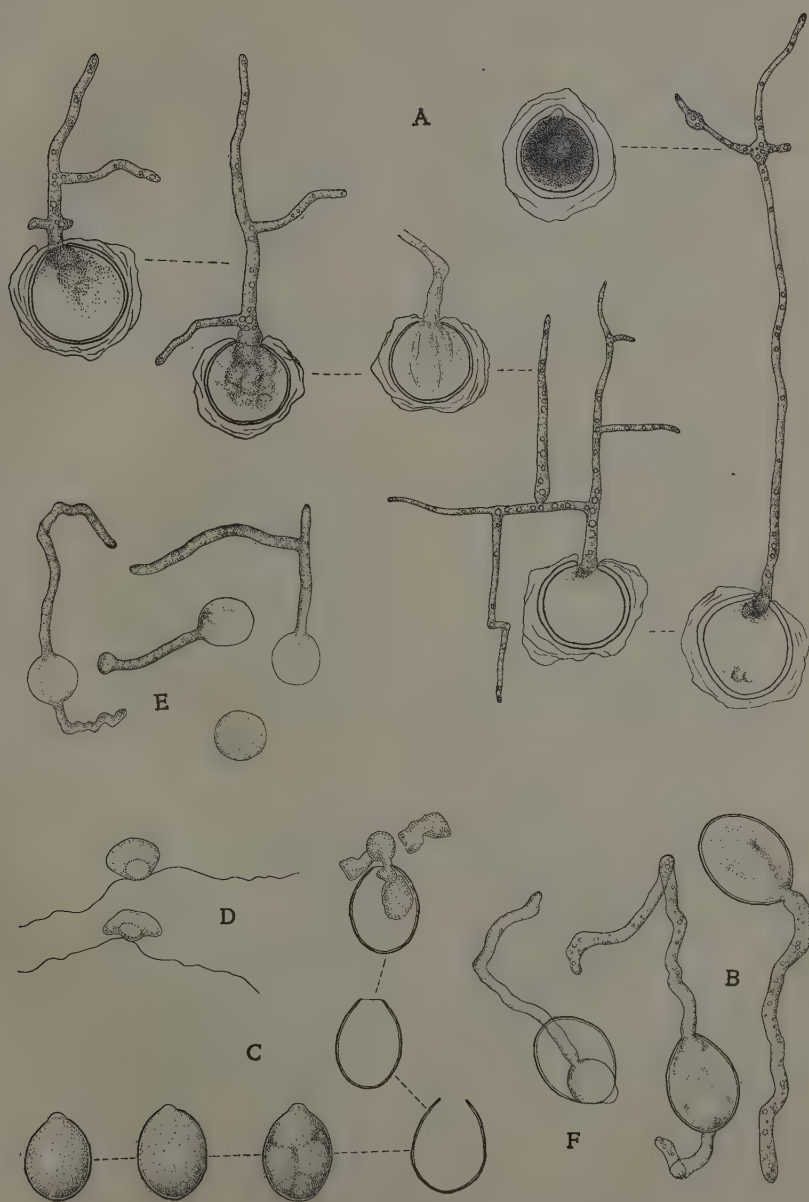


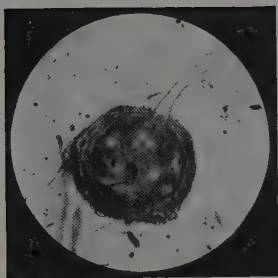
C



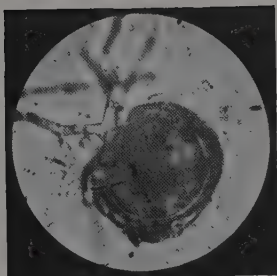
D



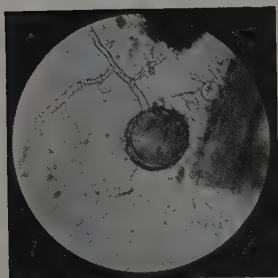




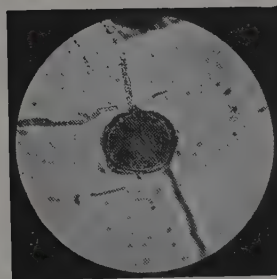
1



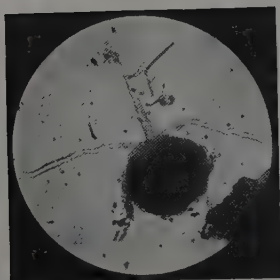
2



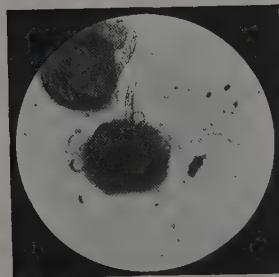
3



4



5



6

本邦産タマムシ科幼蟲の構造 並に其の生活史

技師 湯 淺 啓 溫

目 次

緒 言	263
材 料	264
幼蟲の一般形態	264
幼蟲の三型	266
幼蟲の食性	268
蝕道及び蛹室の構造	269
幼蟲に依る屬の分類	270
各種の生活史及び其他の事項	272
摘 要	277
文 獻	278
英文摘要	279
圖版説明	282

緒 言

タマムシ科 Buprestidae に屬する甲蟲類は果樹並に其他の有用樹木を害して農林業上重要な多數の種類を包含す。然るに本邦に於ては未だその加害の本體たる幼蟲に關する研究の發表せられたるを見ず。ただ僅少なる種の幼蟲の簡單なる記載を散見するのみなり。依て予は昭和三年より本科幼蟲の形態學的並に生態學的研究に着手し、翌春迄に聚集し得たる 8 種の幼蟲を用ひて研究を試みたり。その結果に依り、茲に幼蟲の一般形態及び型の問題、並に幼蟲に依る屬の分類に就きて論じ、また之に附加して幼蟲の各種並に一般の生活史に就きて觀察せる所等をも記述せんとす。なほ個々の種の幼蟲の記載並に比較形態學的研究の結果は其後に得たる他種幼蟲の研究と共に後の機會の發表に譲るべし。

茲に本研究をなすに當りて常に指導を賜はりし木下技師、本報作成に就

きて助力を賜はりし寺尾技師及び東京帝大農學部楠木教授、並に文献、材料等に就きて種々援助を與へられし矢野宗幹、小島銀吉、中山昌之介、三橋信治、大崎守、村松茂、田中顯三、石橋律雄、宮崎來、平山修二郎の諸氏に厚く感謝の意を表す。

材 料

本研究に用ひたる材料は7屬8種にして、その學名、和名及び産地を示せば次の如し。

Chrysochroa (*Chrysochroa*) *fulgidissima* (SCHÖNHERR) (1817). タマムシ(東京)

Chalcophora japonica GORY (1840). ウバタマムシ(東京)

Lampra sp. ナシタマムシ(朝鮮)

Chrysobothris succedanea SAUNDERS (1873). ムツボシタマムシ(東京)

Cryptodactylus gracilis SCHÖNFELDT (1888). クリタマムシ(静岡)

Agrilus auriventris SAUNDERS (1873). ミカンナガタマムシ(長崎)

A. mali MURAMATSU (1924). リンゴナガタマムシ(朝鮮)

Trachys subbicornis MOTSCHULSKY (1860). ナミガタチビタマムシ(東京)

上記7屬の中 *Chrysochroa*, *Chalcophora*, *Chrysobothris*, *Agrilus*, *Trachys* の5屬は既に PERRIS (1877), BURKE (1917), 及び GARDNER (1929) の研究に依りてその標徴明瞭なり。而して他の *Lampra*, *Cryptodactylus* の2屬は本報に於て初めて詳記せられたるものとす。

幼蟲の一般形態

幼蟲の色彩は全體としては概ね乳白色なるも、頭部及び前胸の背腹兩面の硬皮板は通常暗色なり。なほ亞族 *Agrilites* に於ける第十腹環節端の叉狀突起及び或る種の體上に存在する斑紋等も亦暗色なり。

全形は蛭蚪形(第十七圖版第10圖)、圓筒形(第十八圖版第2圖)、或は楔形(第十八圖版第8圖)にして、大體扁平なり。

體は小さき頭部、大なる胸部(特に前胸著しく大きく發達して頭様の觀を呈することあり)、及び10環節の腹部より成り、胸腹兩部の各環節界は概ね明瞭なり。

頭部は比較的小さく、前口式、扁平にして前胸内に退縮す。觸角は中位の大きさにして、3 環節より成る。單眼は全然之を缺如す。上唇は可なり大きく、弧狀に突出す。上顎は短くして強く、普通齒を有し、かつ多少匙狀を呈す。下顎はよく發達し、下顎鬚は2 環節より成る。下唇もよく發達し、弧狀にして突出し、下唇鬚は微小にして環節なく、著しく退化せり。

前胸は體の諸環節中長さ幅共に最大なるを普通とし、その背腹兩面には各1 個の、通常大きく發達し、かつ互に酷似せる硬皮板を有し、この板上には1 條の縦線又は人、ハ、□ 形の線狀乃至溝狀の暗色或は明色紋存在す(以下これを條紋と稱ふべし)。中胸及び後胸は通常前胸に比して極めて幅狭くかつ短し。胸脚は之を缺くも、予の觀たる範圍内に於てはその痕跡を有するもの多し。

腹部の各環節は第十環節を除きて他はほぼ同形なり。第十環節は極めて小さく、尾毛を有せず、通常後端に縦の切目ありてその間に肛門を開く。ただ亞族 *Agrilites* (第十八圖版第2-7 圖) に於ては、この環節は前方諸環節と同大にして後端に叉狀突起を具へ、その間に縦に肛門の小さき切目あり。而してこの叉狀突起は硬化し、その内側には通常2 個の小齒狀突起を有し、突起の基部にはやや密に刺毛を生ず。亞族 *Trachites* (第十八圖版第8-10 圖) に屬する潛葉性幼蟲にては、第十環節は小さくして圓筒形をなし、予の檢せる本邦産種に於ては特に切目を有せず、ただ後端中央に肛門の開口を見るのみなり。

氣門は新月形にして、中胸の兩側に存する1 對は大形なるも、第一乃至第八腹環節の各側前背方に存在する8 對は小形なり。

前胸の背腹兩面に有する硬皮板が移動器官としての機能を有すべきことは既に LEISEWITZ (1906) の説述せる所にして、英米の學者中には之を移動板 (ambulatory plates) と稱する者あり。また體の側部、特に前胸に著しく生ぜる刺毛 (屬 *Chrysobothris* の如きは代表的なり、第十七圖版第10 圖) は恐らく硬皮板の機能を助くるものなるべし。亞族 *Agrilites* の第十腹環節に在る叉狀突起の移動器官たることも亦 LEISEWITZ の既に論ぜる所にして、田中顯三(1928) も亦本邦産ミカンナガタムシに就きて之に言及せり。而して、斯る突起を有するものに於ては一般に前胸硬皮板の發達鈍きことも同じく LEISEWITZ

の提唱せるが如し。腹部並に稀に胸部の背腹側面に瘤狀突起を有することあり。之も亦移動器官と見做され、通常移動突起(ambulatory tubercles, verrues ambulatoires)と稱せらる。特に亞族 Trachites の潛葉性幼蟲(第十八圖版第8-10圖)に著しく、族 Buprestini(第十七圖版第7-9圖)に於ては通常中後兩胸にのみ現はるること多し。斯る幼蟲に於ても前胸硬皮板の發達やや鈍し。

本科の幼蟲の主要なる標徴はその前胸の構造に存す。コメツキダマシ科 Eucnemidae の或種の幼蟲にも本科に類似せる硬皮板存在すれども、その條紋は全然分離せる2本の側線なるを以て容易に本科と區別し得べし。またカミキリムシ科 Cerambycidae の幼蟲にも本科幼蟲に似たるものあるも、之に於ては硬皮板は本科幼蟲と同程度に發達せざるか、或は背面と同様な硬皮板を腹面に有せざるかによりて判別し得べし。ヒラタムシ科 Cucujidae の幼蟲は極めて扁く、やや本科幼蟲に類似せる所なきにあらざれども、其のよく發達せる胸脚を有することによりて直ちに本科と識別し得べし。

幼蟲の三型

本科幼蟲を其の體制に依りて幾つかの型に分つことは既に先人の爲せる所なり。次にその大要を叙し、なほ之に關する著者の知見を加へん。

LEISEWITZ(1906)は移動器官の相違によりて本科の幼蟲を2型に分ち、第一型には第十腹環節に叉狀突起を有せざる幼蟲(例へば屬 *Chrysobothris* 及び *Chalcophora*)を、第二型には叉狀突起を有するもの(屬 *Agrilus* 及び *Coraebus*)を屬せしめたり。この分型は後に ESCHERICH(1923)に依りて採用せられたるものにして、即ち氏は亞族 Trachites(潛葉性)を除ける他の幼蟲を外形及び叉狀突起の存否に依りて2型に分ち、第一型を Buprestinen-Typus(第二型を除ける全部)、第二型を Agrilinen-Typus(亞族 Agrilites)と呼べり。また BURKE(1917)は體の外形に依りて之を2型に分ち、第一型には所謂“flat-headed”(扁頭)の樹皮及び木質穿孔蟲を、第二型には亞族 Trachites の潛葉蟲を夫々編入したり。而して之等諸氏の分類法を綜合するに、BURKE は亞族 Agrilites の有する叉狀突起を重視せず、また LEISEWITZ 及び ESCHERICH は亞族 Trachites の潛葉性種を考慮に入れざるものと云ふべし。依りて予は之等兩種の範疇を結合じて次の3型に分たんとす。

(1) 第一型(タマムシ型)(第十七圖版第 1-11 圖、第十八圖版第 1 圖)。

概形蛸蚪狀。前胸は著しく扁平にして、かつ極めて擴大し、圓盤狀。中後兩胸は短くして横位。前胸は中後兩胸、及び時には第一腹環節と共に幅廣き頭狀を呈し、爾餘の腹環節は幅狭くして尾狀の觀をなす。第十腹環節は圓くして極小、後端には肛門の縦の切目あり、叉狀突起を有せず。前胸の背腹兩硬皮板は大きく、よく發達す。體には比較的刺毛多し。

基本一屬 *Chrysochroa*.

Acmaeoderini, Thrincopygini, Chrysochroini, Chalcophorini, Sphaenopterini, Buprestini, Chrysobothrini の諸族、並に亞族 *Trachites* の屬 *Aphanisticus* は之に屬す。

(2) 第二型(ナガタマムシ型)(第十八圖版第 2-7 圖)。

大體圓筒形。前胸は僅に擴大し、少しく扁平。爾餘の諸環節は斷面殆んど圓形にして中後兩胸及び腹部第九第十環節を除けばほぼ同大。第十腹環節は強く硬化せる 1 對の叉狀突起を有す。前胸硬皮板は餘り發達せず。體の刺毛は比較的少し。

基本一屬 *Agrilus*.

亞族 *Agrilites* は之に屬す。

(3) 第三型(チビタマムシ型)(第十八圖版第 8-10 圖)。

楔形又は紡錘形。極めて扁平。體の各環節は夫々兩側方に突出し、全側縁は鈍鋸齒狀を呈す。叉狀突起を有せず。移動突起よく發達す。

基本一屬 *Trachys*.

亞族 *Trachites* の潛葉性幼蟲は之に入る。

前記の如く幼蟲の型を分つことは形態學的及び分類學的見地より意義あるべきは勿論、その基礎を主として移動器官の相違に置ける點よりして生態的にも亦自ら意義なかるべからず。

即ち第三型が第一及び第二兩型と全然異れる外形及び移動器官を有するは、本型に屬するものの潛葉性なることよりして直ちに首肯し得る所にして、本型幼蟲は其の外形他の潛葉性昆蟲類幼蟲に酷似し、著しき收斂現象を示せるものなりといふべし。第一及び第二兩型は同じく穿孔性にしてほぼ同様の環境に在るが如きも、第一型は一般穿孔性昆蟲類幼蟲と類似せる

移動器官を有し、第二型は著しく異れる方向に移動器官の特化を示せり。而して一般に前者は木質を、後者は皮下形成層の内外を主として食する傾向あるも、斯る事實によりては到底兩型の生態的意義を説明し難く、殊に第一型中にても屬 *Chrysobothris* の如きは第二型と同じく形成層の内外を食し、従つて體極めて扁平なるも決して叉狀突起を有せず。また第二型の亞族 *Agrilites* と同じく族 *Agrilini* に屬する亞族 *Trachites* 中、潛葉性ならざる屬 *Aphanisticus* は加害植物が草本なるの外第一及び第二兩型とやや同様な環境に在るものの如きも、而も本屬は第一型に屬し、叉狀突起を有せず。之等の諸點を考慮すれば、叉狀突起の存在は今遽かに解明し能はずと雖も亞族 *Agrilites* の系統分類學的位置に何等かの問題を提供するものに非るなきかを思はしむるものなり。

幼蟲の食性

本科幼蟲は主として木本の植物を害し、僅少の種は草本を食す。

植物の部分より幼蟲の加害を見れば、第一及び第二兩型の幼蟲は幹枝の樹皮及び木質を食し、第一型(第十九圖版第1圖)は木質部を、第二型(第二十圖版第2,4圖)は樹皮下形成層を中心とせる内外の部分の主として食害する傾向あり。また第三型の幼蟲は葉肉のみを食す。

被害植物の狀態は死せるもの(全體若くは局部的、立木の儘若くは伐採並に自然倒木、腐朽若くは然らざるもの、濕潤若くは乾燥等の各種狀態を含む)、衰弱せるもの、並に生植物の各種に亘る。而して第一型は死或は衰弱せる植物に、第二型は生植物に多きものの如く、第三型は勿論生植物のみを害す。第一及び第二型の中の生植物を食するものと雖も、なほ、加害植物の年齡に或種の限度あるか、又は他の害蟲若くは病菌の加害を誘因とするか、或はまた特に一植物の衰弱せる部分に産卵するが如きもの屢々觀察せられたり。

1種の幼蟲の害する植物の種類は生活力なきものを攝る場合は多數なれども、生活力強きものを攝るに従つて、即ち第一型より第三型に移るに従つて、種類の限定せらるる傾向あるものの如く、或種に於てはただ1種の加害植物のみ記録されたるに過ぎざるものあり。針葉樹及び闊葉樹の兩者

は區別なく食するものもあるも、また中には殆んど一方のみを食するものあり。第一型に屬する屬 *Chalcophora* の如きは、全然死滅腐朽せる植物質を攝るもの多きにも拘らず、未だ其の食餌植物はマツ科の範圍を出でざるものの如し。

幼蟲の食性より概觀すれば、第一型に屬するものは第二次害蟲を、第三型に屬するものは第一次害蟲を多く含み、第二型に屬するものは前者より後者への移行を示すものの如し。第一型幼蟲は、加害植物の未だ生活力を有する場合は、植物の死の直接原因となり、更に生活力の有無に拘らず、木質部穿孔の爲めに樹木の最も價值ある產物たる材木の大量を全然無價值乃至は著しく低價せしむ。第二型のものには加害植物を全然死滅せしむるに至るものなきに非ざれども、通常その加害は局部的に限られ、ただ大小枝極を枯死せしむるに過ぎざるが如し。然れどもよし局部的加害にもせよ、其の全植物體の生長に障礙を與へ、惹いては他の昆蟲並に病菌等の加害の誘因ともなりて植物の年齢を短縮せしめ、また果樹の如きに在りては直接生産果實量に影響して収益を低減せしむることあり。殊に第二型のものは種類多數なるが故に(我國にては既知種 30 を超え、本科全種數の約 $3/8$ を占む)、タマムシ科中應用的には最も重視すべきものなり。

蝕道及び蛹室の構造

幼蟲の蝕道を木質及び樹皮に穿つものに在りては、其の形特異にして、他の類似穿孔蟲のそれと區別し得ること多し。即ち、其の典型的のものに於ては、幼蟲の横斷形に應じて扁橢圓形にして(第十九圖版第1圖)、次第に擴大し、多少とも紆曲し、内面には横弧狀線ありて一般には雲形に配列せる穿孔粉と木質の排泄物の小塊とを以て固く詰められたり(第十九圖版第5圖、第二十圖版第2圖)。斯る蝕道の横斷形と穿孔粉の雲形配列とはカミキリムシ科と異なる主要點なり。亞族 *Agrilites* のものには加害植物の若き芽條若くは枝極の樹皮を少しく膨らしめ、所謂“splotch” mine(斑點狀蝕道)乃至それと蟲嚢との中間形を形成せしむるものあり(第二十圖版第5圖)。

第一及び第二兩型に屬して樹皮及び木質部に穿孔する幼蟲は老熟に達するや其の蝕道の先端に連なりて蛹室を營み、其の中にて蛹化す。樹皮を食

するものにては其の厚き場合は樹皮中に、薄き場合は邊材部に入りて蛹室を作るを普通とするものの如し(第十九圖版第4, 5圖、第二十圖版第1, 6圖)木質に穿孔するものの正常なる蛹化場所は勿論木質なり(第十九圖版第2圖)。第一型中、體扁くして形成層を中心とせる部分を食するものに在りては其の蝕道の先端に於て木質中に扁き蛹室を穿ち、之に入りて後その體を廻轉し、頭部を蛹室入口に向けて蛹化す(屬 *Chrysobothris*, 第十九圖版第4圖)。木質を食害して其處に蛹化するものは、普通、邊材外方表面近くまで穿孔したる後、その蝕道中に退却して細長き卵形の一室を作り自然頭部は表面に近く向きて蛹化す(屬 *Chrysochroa*, 第十九圖版第2圖)。第二型幼蟲は形成層の内外を食し、其の蝕道の先端に於て木質部或は樹皮中に蛹室を營むものなれども、幼蟲は蛹室中にて體を廻轉せず、進行方向に頭を向けて蛹化するを常態とす(屬 *Agrilus*, 第二十圖版第1圖)。第三型は潛入せる葉中にて蛹化するものなり。

蛹は蛹室中にて羽化し、其儘暫く止まりて後、外方へ脱出孔を咬み開きて出で來たる。脱出孔(第十九圖版第3圖)は概ね扁楕圓形にして、成蟲體の横斷形に應ぜり。腹面と背面との區別は明瞭ならざるを常とすれども、時に腹面は背面よりも強き圓味を有するものあり、亞族 *Agrilites* の諸種(第二十圖版第3, 8圖)の如きに於ては之が一層顯著となり、全形鈍三角形乃至半月形をなすものあり。予の觀察せる範圍内にては第一型(第十九圖版第2, 4圖)に在りては樹皮下木質部の表面に脱出孔を1個有するのみなるに反し、第二型(第二十圖版第1圖)に在りては脱出孔の外に蛹室入口の1孔ありて合計2個の外口を認むるを得べし。第二型幼蟲に於ては蛹室中にて廻轉せざるを普通とするが如きも、屬 *Cryptodactylus* (第二十圖版第6圖)の如きは蛹室中にて廻轉し頭部を其の入口に向けて蛹化するにも拘らずなほ其の脱出孔は蛹室入口と異りて存す。

本科の脱出孔は之に酷似せるカミキリムシ科のものと異り、概して扁きものの多きを以て、やや紛らはしき者と雖も識別し得るものなり。

幼蟲に依る屬の分類

幼蟲の形態は、頭部を除きて、ほほ其の特徴を検し終へたり。而して屬

までの分類は頭部の形質を用ひずして充分之を爲し得ることを確めたり。

屬の分類及び其の標徴に關しては、先進 PERRIS(1877)、BURKE(1917)、並に GARDNER(1929)の研究に對して殆んぞ追加すべきものなし。ただ前述せるが如く、*Lampra, Cryptodactylus* の2屬は予に依りて初めて其の標徴を見出だされたるものなるが如し。

幼蟲分類の標徴中、全體形並に移動器官の相違の重要なことは既に之を説けり。移動器官中、最も重視せらるるは前胸硬皮板にして、その發達の程度及び全形、その上の條紋の色及び形、板面を被へる小顆粒の發達の程度、並に之等諸形質の背腹兩面に於ける比較等、之に依りて大多數の屬を識別し得るのみならず、或る群に於ては種の標徴たり得ることあり。なほ、中後兩胸及び第一第二腹環節の長さ並に幅の比較、體諸環節上の斑點又は斑紋、特に或る群に現はるる特殊構造も亦識別を助くるものなり。

次に予の取扱へる7屬の檢索表を掲ぐべし。但し未だ自ら研究し得ざるものは材料の集まるに従ひて追補する所あらん。

本邦産タマムシ科幼蟲の屬の檢索表

1. 前胸は中胸よりも明かに大きく、かつ幅廣し。形は蠕蚪狀、乳棒狀、或は圓筒狀。幾分扁平。普通樹皮及び木質部に穿孔す。……………2
 前胸は中胸と幅同じきか或は少しく廣きのみ。體は後方に至るに従ひ次第に狹まりて全形は楔狀。著しく扁平。各環節は夫々側方に圓く突出して側縁の全形は鈍鋸齒狀を呈す。體の背腹兩面には褐色の斑紋あり。(第十八圖版第8-10圖) ……………*Trachys.*
2. 第十腹環節は叉狀突起を有せず。……………3
 第十腹環節は著しく硬化せる叉狀突起を有す。……………6
3. 前胸硬皮板上の顆粒は著しく發達して明かなる横隆條狀をなす傾向あり。硬皮板の周縁は可なり判然し、條紋は暗色にして明瞭、背面に在るものは人形をなす。……………4
 前胸硬皮板上の顆粒は著しからず、横隆條狀をなさず。硬皮板の周縁は通常不明瞭にして、表面は時に光輝なく、時に光輝を有することあり。……………5
4. 前胸硬皮板上の顆粒は僅かに一部横隆條狀をなすのみなり。體に刺毛少し。腹部第八及び第九環節は密接して1環節の如き觀を呈し、前方腹環節よりも大なり。(第十七圖版第1-3圖) ……………*Chrysochroa.*
 前胸硬皮板上の顆粒は大部分横隆條狀をなす。體(特に前胸前側部)に刺毛多し。

腹部第八、第九環節は前方腹環節と異らず。(第十七圖版第4—6圖)……*Chalcophora*.

5. 前胸硬皮板の發達著しからず、板上に顆粒を缺きて鈍色、周縁不明瞭のもの多し。背面硬皮板の條紋は多少とも柄部を有せる人形にして暗色、前端僅かに廣く、其の縁は弧狀をなすのみ。腹面硬皮板はほぼ矩形乃至正方形を呈し、其の中央條紋は板の全長に及ぶ。後胸は中胸と殆んど同形、同幅にして、腹面側方に1對の移動突起を有す。(第十七圖版第7—9圖) ………*Lampra*.

前胸硬皮板はよく發達し、その上の顆粒は明瞭、周縁は判然し、背腹兩板ともに圓形なり。背面硬皮板上に八形の明色溝狀條紋あり。腹面硬皮板上の中央條紋は前縁若くは其の近くより發し、全長の約 $\frac{2}{3}$ にて終り、後縁に達せず。前胸は極めて大きく、中後兩胸も腹環節よりは著しく大、腹部第一環節は第二環節よりも小なり。體は扁平、側方に長刺毛を裝ふ。(第十七圖版 10, 11 圖、第十八圖版第1圖)……………*Chrysobothris*.

6. 前胸硬皮板は周縁判然す。腹面硬皮板の中央線の兩側には1對の白紋あり。腹部第一乃至第九環節の背面並に第九環節の腹面に各1對宛の明褐紋を有す。刺毛殆んどなし。(第十八圖版第2—4圖) ……………*Cryptodactylus*.

前胸硬皮板は周縁不明瞭。腹面硬皮板の白紋並に腹部環節の褐紋を缺く。體は側方にやや明瞭なる刺毛を裝ふ。(第十八圖版第5—7圖)……………*Agrilus*.

幼蟲の分類が成蟲のそれとほぼ一致せることは既に BURKE の説きし所に於て、今回初めて研究せし屬に於ても亦同様なり。即ち、屬 *Lampra* は亞族 *Dicercites* の屬 *Poecilnota* に極めて近く、而も屬 *Dicerca* と屬 *Poecilnota* との中間形態を示し、屬 *Cryptodactylus* も大體亞族 *Agrilites* の屬 *Melibaenus* 及び屬 *Agrilus* に近似せり。

なほ、屬 *Chrysochroa* の標徴は、予の本研究に従事中、GARDNER (1929) に依りて明にせられたるも、氏は本屬と屬 *Chalcophora* との區別に就きては何等言及する所なかりき。予の扱へる幼蟲に依る兩屬の識別は上掲檢索表に之を示せるも、GARDNER の記載せる2種のインド産幼蟲は斯る著しき差異を有せざるが如し。上の2種は夫々 *Catoxanthe* 及び *Demochroa* の2亞屬を代表するが故に、之等兩亞屬は亞屬 *Chrysochroa* と屬 *Chalcophora* との中間に位するものに非ざるかと考へらる。

各種の生活史及び其他の事項

次に今回材料として用ひたる8種の生活史、習性、及び其他の事項に關

する知見を述べべし。

(1) タマムシ *Chrysochroa* (*Chrysochroa*) *fulgidissima*.

本種の加害植物としては今日までにエノキ・カシ類・ヤナギ・モモ等記録されたるも、予及び部員は東京府下に於て本種の幼蟲のサクラ及びカキの材を食害することを發見せり。殊に前者の被害は甚しく、全く枯死せるものを侵すものの如く、時にコスカシバ其他の害蟲並に他の要因によりて衰弱せる樹を侵して遂に死に至らしむるものもあるが如し。以上の外に、矢野宗幹・高木正得・平山修二郎の諸氏の談に據れば、ユズ・モミヂをも食するものの如きも、之等の植物よりは未だ自ら標本を得たることなし。

本種の生活史は未だ詳ならざるも、採集せる幼蟲標本の大きさより見て、1 世代少くも3 年を要するものならんと想像せらる。幼蟲食害の部位(第十九圖版第1 圖)は木質部にして、特に邊材に多きが如く、心材には餘り蝕道を認めず。幼齡のものは樹皮より餘り遠からざる部分に棲息す。被害材は堅固にして乾燥せり。蝕道の形は本科の典型的のものにして、幼蟲の成長に伴ひて擴大し、甚しく紆曲せり。採集せる幼蟲の中にて體長の最大なるものは96mm. に達し、斯るものは既に老熟に近づけるものの如し。老熟幼蟲は概ね皮部に近づき、蝕道の末端に續きて著しく細長き蛹室を營む(第十九圖版第2 圖)。蛹化期及び蛹期間は不明なるも、五月中旬には未だ蛹を認めざるに七月初旬には既に成蟲の羽化を見るが故に、この期間に於て蛹化し、かつ蛹期を終るものなるべし。成蟲の脱出孔(第十九圖版第3 圖)は扁橢圓形、其の長徑は10—12mm. 位、腹面は少しく圓味強きも判然せず。この脱出孔によりて容易に本種加害の有無を知り得べし。予は幼蟲の採集中、其の寄生蜂2 種を得たり。

三輪勇四郎(1929)は近畿以北には本種は稀なるが如く記せしも、少くとも東京に於ては成蟲は極めて多數採集せられ、かつサクラの枯木又は倒木上に脱出孔を屢々觀察し得。

(2) ウバタマムシ *Chalcophora japonica*.

材料に用ひし幼蟲は平山修二郎氏が東京にてマツより得られしものにし

て、體長 61 mm. に達せり。本種の幼蟲は腐朽せる木質のみを食するものの如し。石橋律雄氏は隱岐に於て多數の成蟲がマツに來集せるを観察せりといふ。本種と同屬の歐洲產種 *mariana* 及び北米產種 *virginica* は何れもマツを食す。而して予の知見の範圍内に於ては本屬の加害植物はマツ科 (*Pinus*, *Pseudotsuga*, *Abies* の諸屬) のみなり。

(3) ナシタマムシ *Lampra* sp.

朝鮮に於けるナシを害する種なり。歐洲產の *L. rutilans* (FABRICIUS) (1777) に似るも、前胸背板の中央黒條の判然せる點に於て夫とやや異り、この特徴は寧ろ我が本土のキンヘリタマムシ *L. bellula* (LEWIS) (1893) を思はしむるものあれども、後者よりは大形なると他の若干の差異とによりて別種と考へらる。なほ接續地方より多數の種を記載せられあるを以て、本種の種名は未だ決定さるに至らず。

生活史に就きては朝鮮總督府農事試験場に於て村松茂氏之が研究に従事せり。

本材料は村松氏より贈られたるものにて、體長 33 mm. なり。

(4) ムツボシタマムシ *Chrysobothris succedanea*.

新島善直(1913)に據れば、枯死せる潤葉樹の樹皮下を食すといふ。予はカシ類・ビハナシ・ヒマラヤシーダーより多數の幼蟲・蛹・成蟲を得たり。本種に就きて針葉樹を記録せるは今回が最初なるも、之と同屬の歐米產種も同じく潤葉及び針葉兩樹種を食すといふ。予の檢せる被害樹は凡て移植の結果枯死せるものなるが、移植後衰弱せる時に害し始めしか或は又全然枯死に至りて初めて食害せしかは判明せず。

採集せる幼蟲の中にて最大なるものの體長は 20 mm. 内外なり。幼蟲食害の部位は形成層を中心として樹皮と邊材とに及ぶ(第十九圖版第 5 圖)。幼蟲は蝕道並に蛹室中にて腹部後方數環節を少しく側方に曲けて少々曲玉狀の姿態をとる。老熟幼蟲は蝕道の先端に於て進行の方向に斜に木質中に卵形の扁平なる蛹室(第十九圖版第 4 圖)を穿ち(蛹室は、19 個にて調査せる所に依れば、上向きのもの 13 個、下向きのもの 6 個なりき)、室中にて體を廻轉し、

頭部を入口に向け(この場合、蛹室が上向なれば腹面を下に、蛹室が下向なれば腹面を上方に向くるを普通とするが如きも、二三反對の場合もあり)、更に蛹室の入口を穿孔粉を以て固く閉ぢて後蛹化す。而して四月下旬には前蛹期と認むべき幼蟲、蛹、及び成蟲の生育各態を採集し得べく、之より見て、冬季は蛹室中に前蛹期幼蟲にて越年し、四月下旬頃蛹化、極めて短き蛹期を経て間もなく羽化し、成蟲は暫く蛹室内に止まりて體の乾固したる後外界に出づるものの如し。脱出孔は扁橢圓形をなし、16個に就きて測定せる結果は長徑の最大5,0mm、最小3,6mm、平均4,2mm、短徑の最大2,9mm、最小2,3mm、平均2,5mmを示せり。脱出孔の長徑の地平となす大約の傾きは、19個にて調査せるに、ほぼ平行のもの14個、約45°前後の角度をなすもの4個、ほぼ垂直なるもの1個なりき。1年1世代を營むものの如し。なほ、幼蟲の寄生蜂1種を發見せり。

(5) クリタマムシ *Cryptodactylus gracilis*.

栗の害蟲として本種を記録せるは名和梅吉(1927)が最初なるも、小島銀吉氏は既に大正十四年之が調査に従事せられしことあり。當時學名明ならざりしが、今回初めて之を決定せり。本種は *C. auriceps* SAUNDERS(1873)の記載にも大體一致し、既に LEWIS(1893a)も指摘せるが如く、兩者は同一種にして *gracilis* は *auriceps* の異名となすべきものなるが如し。然れども、LEWIS以後の學者は之を認めず、凡て別種となせるが故に、予は記載に一層よく適合せる *gracilis* を用ひて、後の研究を待つこととせり。

予は静岡縣興津町農林省園藝試験場のクリより材料を得たるも、其後埼玉縣及び東京府に於てクリに被害を認めたり。大崎守氏に據れば遠江にも發生加害甚しといふ。また朝比奈正二郎氏は一昨年日光中禪寺湖畔に於て成蟲を採集し、なほ名和梅吉(1927)は岐阜を、SCHÖNFELDT(1888)は兵庫縣有馬を、LEWIS(1893a)は神戸摩耶山及び神戸京都間を、KERREMANS(1903)は本邦の外に Célèbes を、夫々本種の産地として挙げたり。

加害植物の知られたるはクリのみにして、大崎氏に據れば興津にては特に豊多摩早生なる品種に被害多しといふ。餘り大ならざる樹の二三年枝を最も多く害するが如きも、時に大木の枝並に小木の幹をも害す。

幼蟲は樹皮下形成層の部分を中心として食し(第二十圖版第4,5圖)、秋季老熟(最大體長20mm、内外)に至れば、木質中に蛹室を営みて越冬し、翌年春夏の候蛹化し、六月頃羽化を了るものの如し。蛹室(第二十圖版第6圖)は細長く、幅やや廣く、幼蟲は室中にて廻轉して頭部を入口の方向に向けて蛹化するも、成蟲脱出孔は蛹室の入口と異なる。脱出孔(第二十圖版第8圖)は扁橢圓形なるも腹面は少しく圓味強くして背面と區別し得るものもなきにあらず。孔の長徑2.0—2.6mm、短徑1.3—1.7mmなり。經過は不整齊なるが如きも、1年1世代を営むものの如し。なほ、昭和四年七月十日興津にて採集したる枝には、橢圓形(長徑1.7mm、短徑1.1mm、位)にして縦皺ある漆黑色膠質物の、縦にほぼ一直線に6個並べるものあり(第二十圖版第7圖)。本種の卵若くは卵塊の被覆物と認めらる。本種の幼蟲にも1種の寄生蜂寄生するものの如し。

(6) ミカンナガタマムシ *Agrilus auriventris*.

本種の生活史に就きては素木得一(1913)及び田中顯三(1928)の研究あるを以て、茲には記さず。(第二十圖版第1—3圖参照)。

材料は長崎産にして、田中氏より提供されたるものなり。

(7) リンゴナガタマムシ *Agrilus mali*.

本種は朝鮮に産し、其の形態及び生態に關しては既に村松茂(1924)の研究あり。予の材料も亦同氏より送附せられたるものなり。

なほ、長崎縣立農事試験場(1915)より發表されたる苹果的姫吉丁蟲 *Agrilus* sp.は詳細の記述を缺けども、其の記載並に生活史は本種に一致し、或は同一種ならざるかと考へらる。

(8) ナミガタチビタマムシ *Trachys subbicornis*.

本種の生活史に關しては吉野毅一(1910)及び松村松年(1915)の記録あり。卵はケヤキの葉の表面に1個宛産附せられ、黑色膠質物を以て被はる。本種の幼蟲にも1種の寄生蜂寄生するものの如し。なほ、松村松年(1915)は幼蟲及び成蟲の何れにても越冬するものあるが如く記せるも、凡て成蟲にて越冬するものなり。予の研究には東京産の材料を用ひたり。

摘 要

1. 本研究に用ひしタマムシ科幼蟲は7屬8種なり。
2. 幼蟲の一般形態に於て特に注意すべきは其の移動器官なり。而して類似幼蟲間の差異は主として前胸硬皮板に存す。
3. 幼蟲の型に就きては LEISEWITZ-ESCHERICH 及び BURKE の範疇を結合して3型を認むるを可とす。かく型を分つことは生態學上並に分類學上次の如き意義有り。
4. 幼蟲の食性はその3型に應じて多少とも差異あり。本科の應用的價值も亦之に準じて差別あり。
5. 幼蟲の作る蝕道の構造は一科として相當明瞭なる特徴あり。
6. 蛹室の造營並に其際に於ける幼蟲の行動には幼蟲の型に依る差別を認め得。
7. 成蟲脱出孔の形には多少とも科の特徴あり。脱出孔と蛹室入口との關係には第一及び第二兩型間の相違を認めらる。
8. 幼蟲に依る屬の分類は體の外形、移動器官、斑紋等に於ける諸種の特徴に據りて之を爲すを得。而して幼蟲分類の結果は成蟲分類とはほ一致せり。
9. *Lampra* 及び *Cryptodactylus* 兩屬の標徴並に *Chrysochroa* 及び *Chalcophora* 兩屬の區別は今回初めて之を明にしたるものと思惟す。
10. タマムシ *Chrysochroa fulgidissima* の幼蟲はサクラ・カキ等の邊材を主として食害す。本種は1世代を完了するに少くも3年を要するものの如し。
11. ウバタマムシ *Chalcophora japonica* の幼蟲はマツの腐朽材を食す。
12. ムツボシタマムシ *Chrysobothris succedanea* の幼蟲はカシ類・ビハナシ・ヒマラヤシーダー等の皮下形成層部位を侵す。1年1世代を營む。
13. クリタマムシ *Cryptodactylus gracilis* は岐阜・静岡・東京・埼玉の諸府縣に於てクリの生枝幹の樹皮下を食害す。1年1世代を營むものの如し。
14. ナミガタチビタマムシ *Trachys subbicornis* の幼蟲はケヤキの葉肉内に潛入す。1年1世代、成蟲にて越冬す。

文 獻 LITERATURE CITED.

1. BURKE, H. E. 1917. Flat-headed Borers affecting Forest Trees in the United States.—U. S. Dept. Agr., Bull. No. 437, 8 pp., 9 pls., 9 refs.
2. ESCHERICH, K. 1923. Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. ii, pp. 129-150.
3. GARDNER, J. C. M. 1929. Immature Stages of Indian Coleoptera (6).—Ind. Forest Rec., xiv, pp. 103-132, 6 pls.
4. KERREMANS, Ch. 1902-03. Fam. Buprestidae.—Gen. Ins. (WYTSMAN), Fasc. xii.
5. ——— 1906-13. Monographie des Buprestides, Tom. i-vii.
6. LEISEWITZ, Wilhelm. 1906. Ueber chitinöse Fortbewegungs-Apparate einiger (insbesondere fussloser) Insektenlarven, pp. 115-119.
7. LEWIS, G. 1893. On the Buprestidae of Japan.—Journ. Linn. Soc. Lond., Zool., xxiv, pp. 327-338.
8. ——— 1893a. A List of Coleoptera new to the Fauna of Japan, with Notices of unrecorded Synonyms.—Entomologist, xxvi, pp. 150-153.
9. 松村松年 1915. 大日本害蟲全書、後篇, pp. 245-247.
10. 三橋信治 1919. 日本産吉丁蟲類に就て—病蟲害雜誌, vi, pp. 272-277.
11. 三輪勇四郎 1929. [本邦産吉丁蟲科の研究 (1)—臺灣博物學會會報, xix, pp. 54-62.
12. 村松茂 1924. 苹果姫吉丁蟲に關する研究—勸業模範場研究報告, No. 11, 21 pp., 4 pls.
13. 長崎縣立農事試驗場 1915. 苹果の姫吉丁蟲—病蟲害雜誌, ii, p. 1003.
14. 名和梅吉 1927. 大正十五年度の害蟲發生狀態概観—昆蟲世界, xxxi, p. 45.
15. 新島善直 1913. 森林昆蟲學, pp. 60-63.
16. OBENBERGER, J. 1926-1930. Buprestidae I & II.—Col. Cat. (JUNK-SCHENKLING), Pars lxxxiv & cxi.
17. PERRIS, Édouard. 1877. Larves de Coléoptères.—Ann. Soc. Linn. Lyon, xxii, 590 pp., 14 pls.
18. SAUNDERS, Edward. 1873. Descriptions of Buprestidae collected in Japan by George LEWIS, Esq.—Journ. Linn. Soc. Lond., Zool., xi, pp. 509-523.
19. SCHÖNFELDT, H. von. 1888. *Cryptodactylus gracilis* n. sp., ein neuer japanischer Käfer.—Ent. Nachr., xiv, p. 209.
20. 素木得一 1913. 一般害蟲ニ關スル調査—臺灣總督府農事試驗場特別報告, No. 8, pp. 649-650.
21. 田中顯三 1928. 柑橘の大害蟲ミカンナガタムシに就て (豫報)—農業及園藝, iii, pp. 1437-1444, 1 pl., 5 refs.
22. 吉野毅一 1910. ナミガタチビタムシ樺の葉を被害す—昆蟲世界, xiv, p. 610.
23. 湯淺啓溫 1929. 本邦産タムシ科 Buprestidae の幼蟲に就いて—動物學雜誌, xli, pp. 378-379.

ON THE STRUCTURE OF SOME JAPANESE BUPRESTID-LARVAE,
WITH NOTES ON THEIR LIFE-HISTORY (*Résumé*)

By

Hiroharu YUASA

PLATES XVII-XX

The present account deals chiefly with the structure, generic classification and life-history of some Japanese Buprestid-larvae. The species subject to examination are as follows: *Chrysochroa* (*Chrysochroa*) *fulgidissima*, *Chalcophora japonica*, *Lampra* sp., *Chrysobothris succedanea*, *Cryptodactylus gracilis*, *Agrilus auriventris*, *A. mali*, and *Trachys subbicornis*.

Taking the categories proposed by LEISEWITZ (1906), ESCHERICH (1923) and BURKE (1917), I venture to distinguish three general types in Buprestid-larvae as follows:

a) The first type (*Chrysochroa*-type).—True “flat-headed” borers without anal forceps. Larvae of the tribes Acmaeoderini, Thrincopygini, Chrysochroini, Chalcophorini, Sphaeropterini, Buprestini, Chrysobothrini, and the genus *Aphaniisticus* of the subtribe Trachites.

b) The second type (*Agrilus*-type).—Body subcylindrical with a pair of strong, heavily chitinated, toothed forks or forceps on the tenth or last abdominal segment. Larvae of the subtribe Agrilites.

c) The third type (*Tracys*-type).—Body wedge or spindle-shaped and much flattened. Leaf-miners of the subtribe Trachites.

Now let us proceed to glance at these types from both the ecological and structural viewpoints. The first and second types are of a marked character as borers, while the third type as leaf-miners. Strange to say, the second type only is marked with the presence of a pair of anal forceps. Further, there can be seen some differences in food-habits and in the formation of pupal cells and exit holes.

As regards the characteristics of genera dealt with in this account. The genus *Lampra* bears a close resemblance to the genus *Poecilnota*, but it is distinguished from this by the possession of rather distinctly bordered prothoracic plates and markings on the plates, which are slightly expanded at the apex, as well as by the absence of distinct ambulatory tubercles on the venter of mesothorax. The genus *Cryptodactylus* resembles the genera *Agrilus* and *Melibacus*, but it is readily distinguished from these two by the following points: prothorax with bright brown plates on both sides, and ventral plate with a pair of white markings; dorsal side of the first to ninth abdominal segments and ventral side of the ninth segment each with a pair of bright brown markings. So far as examinations go, the genera *Chrysochroa* and *Chalcophora*, although GARDNER (1929) did not make any distinction, differ from each other as follows: asperities of prothoracic plates carinated very slightly in *Chrysochroa*, but almost

entirely in *Chalcophora*; body more setulose, especially on the cephalo-lateral part of prothorax, in the latter; the eighth and ninth abdominal segments connected together to look like a single segment and larger than each of the preceding segments in the former. GARDNER puts on record two species of *Chrysochroa* from India, which show no marked difference from *Chalcophora*, as the representatives of the subgenera *Catoxantha* and *Demochroa*. To me it appears that they occupy a position between the subgenus *Chrysochroa* and the genus *Chalcophora*.

Subsequently mention will be made of ecological observations of the eight species examined.

(1) *Chrysochroa* (*Chrysochroa*) *fulgidissima*.—The larva bores into hard and dry dead trunks of the cherry-trees (*Prunus yedoensis* and others) and the persimmon-tree (*Diospyros Kaki*) in Tōkyō prefecture, working out a flattened gallery or wormhole rather in the outer part than in the inner. The largest and apparently mature larva attains to 96 mm. in length, and forms a long pupal cell at the end of the gallery near the surface. Pupation appears to take place extending from May to June. The adult emerges in June, excavating an exit hole which is flattened oval in contour and measures 10–12 mm. in width. For the completion of one generation the present species appears to need three years or more. Attacking the larva were found two species of hymenopterous parasites. This beetle, although common in as far north as Tōkyō, abounds rather in the southern parts of Japan.

(2) *Chalcophora japonica*.—The larva examined is 61 mm. long. It was found in decaying wood of a pine-tree in Tōkyō prefecture. The adult of this species haunts also the pine-tree.

(3) *Lampra* sp.—The larva works its gallery in the inner bark and outer wood of the pear-tree in Korea. Its life-history and habit are being studied by Mr. Shigeru MURAMATSU of the Agricultural Experiment Station at Suigen. The larva before me measures 33 mm. in length.

(4) *Chrysobothris succedanea*.—Many larvae, pupae, and adults were collected from dead twigs and trunks of *Quercus* spp., *Eriobotrya japonica*, the pear-tree, and the Himalayan cedar. The shallow and winding larval gallery prepared was found in the inner bark and outer wood of the host. The mature larva attains to about 20 mm. in length. In autumn, it bores the pupal cell obliquely into the outer wood, and turns round here to direct its head to the entrance. After packing the entrance with dusts, it hibernates in the cell. Pupation takes place at about the end of April. The adult emerges shortly afterwards. The exit hole is flattened oval in contour, measuring 3,6–5,0 mm. (4,2 mm. on the average) in width and 2,3–2,9 mm. (2,5 mm. on the average) in length. Generation appears to be once a year. A hymenopterous parasite was found to attack the larva.

(5) *Cryptodactylus gracilis*.—The specific name, *gracilis* SCHÖNFELDT (1888), appears to me to be synonymous with *auriceps* SAUNDERS (1873), as already

pointed out by LEWIS (1893a). The larva attacks living twigs or small trunks of the chestnut-tree (*Castanea pubinervis*) in Gifu, Sizuoka, Tôkyô, and Saitama prefectures. It bores into the inner bark and outer wood of the host, and works sometimes "splotch" mine in a young twig. The larva attains to maturity in autumn, and measures about 20 mm. in length. It bores its oblong and rather broad pupal cell towards the wood and then turns round in the cell to direct its head to the entrance. After passing winter in the cell, it pupates in the next spring. Emergence takes place through the exit hole which is newly produced. The exit holes are 1,3-1,7 mm. long by 2,0-2,6 mm. wide. Eggs may be laid on the bark and be covered by pitchy black gelatinous matter. There was found a hymenopterous parasite of the larva.

(6) *Agrilus auriventris*.—The larva injures the inner bark and outer wood of citrus trees. Its life-history and habit were already studied by SHIRAKI (1913) in Formosa and by TANAKA (1928) in Nagasaki. Through the courtesy of Mr. TANAKA I could examine a mature larva which measures about 20 mm. in length.

(7) *Agrilus mali*.—The larva attacks the apple tree in Korea. Its life-history and habit were studied by MURAMATSU (1924), through whose courtesy I had occasion to examine the material.

(8) *Trachys subbicornis*.—Leaf-miners of *Obelicea serurata*. Eggs are laid singly on the upper surface of leaves and covered by black gelatinous matter. Mature larva is 8-9 mm. long. It pupates in the mine of a leaf. This beetle has only one generation in a year, and passes winter in the adult stage. A hymenopterous parasite was found to infest the larva.

圖版説明

第十七圖版 1. タマムシ (*Chrysochroa fulgidissima*) 幼蟲背面圖 ($\times 1$)。2. 同右側面圖 ($\times 1$)。3. 同腹面圖 ($\times 1$)。4. ウバタマムシ (*Chalcophora japonica*) 幼蟲背面圖 ($\times 1\frac{2}{3}$)。5. 同右側面圖 ($\times 1\frac{2}{3}$)。6. 同腹面圖 ($\times 1\frac{2}{3}$)。7. ナシタマムシ (*Lampra* sp.) 幼蟲背面圖 ($\times 2\frac{2}{3}$)。8. 同右側面圖 ($\times 2\frac{2}{3}$)。9. 同腹面圖 ($\times 2\frac{2}{3}$)。10. ムツボシタマムシ (*Chrysobothris succedanea*) 幼蟲背面圖 ($\times 5\frac{1}{3}$)。11. 同右側面圖 ($\times 5\frac{1}{3}$)。

第十八圖版 1. ムツボシタマムシ幼蟲腹面圖 ($\times 5\frac{1}{3}$)。2. クリタマムシ (*Cryptodactylus gracilis*) 幼蟲背面圖 ($\times 4\frac{2}{3}$)。3. 同右側面圖 ($\times 4\frac{2}{3}$)。4. 同腹面圖 ($\times 4\frac{2}{3}$)。5. ミカンナガタマムシ (*Agrilus auriventris*) 幼蟲背面圖 ($\times 4\frac{2}{3}$)。6. 同右側面圖 ($\times 4\frac{2}{3}$)。7. 同腹面圖 ($\times 4\frac{2}{3}$)。8. ナミガタチビタマムシ (*Trachys subbicornis*) 幼蟲背面圖 ($\times 11\frac{1}{3}$)。9. 同右側面圖 ($\times 11\frac{1}{3}$)。10. 同腹面圖 ($\times 11\frac{1}{3}$)。

第十九圖版 1. タマムシの幼蟲の加害せるサクラ材断面圖 ($\times \frac{2}{3}$)。2. 同サクラ材中に造れる蛹室断面圖 ($\times \frac{2}{3}$)。3. 同サクラ樹幹上に於ける成蟲脱出孔 ($\times \frac{2}{3}$)。4. ムツボシタマムシのビロ材中に營める蛹室と前蛹期幼蟲 ($\times 2$)。5. 同幼蟲加害のビロ樹幹(皮を剥ぎ、蛹室入口をも示す) ($\times \frac{2}{3}$)。

第二十圖版 1. ミカンナガタマムシのミカン樹幹中に造れる蛹室 ($\times 1\frac{1}{3}$)。2. 同幼蟲と其の加害状況(ミカン樹皮を剥ぐ) ($\times \frac{2}{3}$)。3. 同成蟲脱出孔 ($\times 1\frac{1}{3}$)。4. クリタマムシ幼蟲の加害せるクリ枝(皮を剥ぐ) ($\times 1$)。5. 同幼蟲加害のクリ枝 ($\times \frac{2}{3}$)。6. 同クリ枝中に於ける蛹室 ($\times 1\frac{1}{3}$)。7. 同クリ枝上に於ける卵被覆物 ($\times 1\frac{2}{3}$)。8. 同クリ枝上に作られたる成蟲脱出孔 ($\times 2$)。

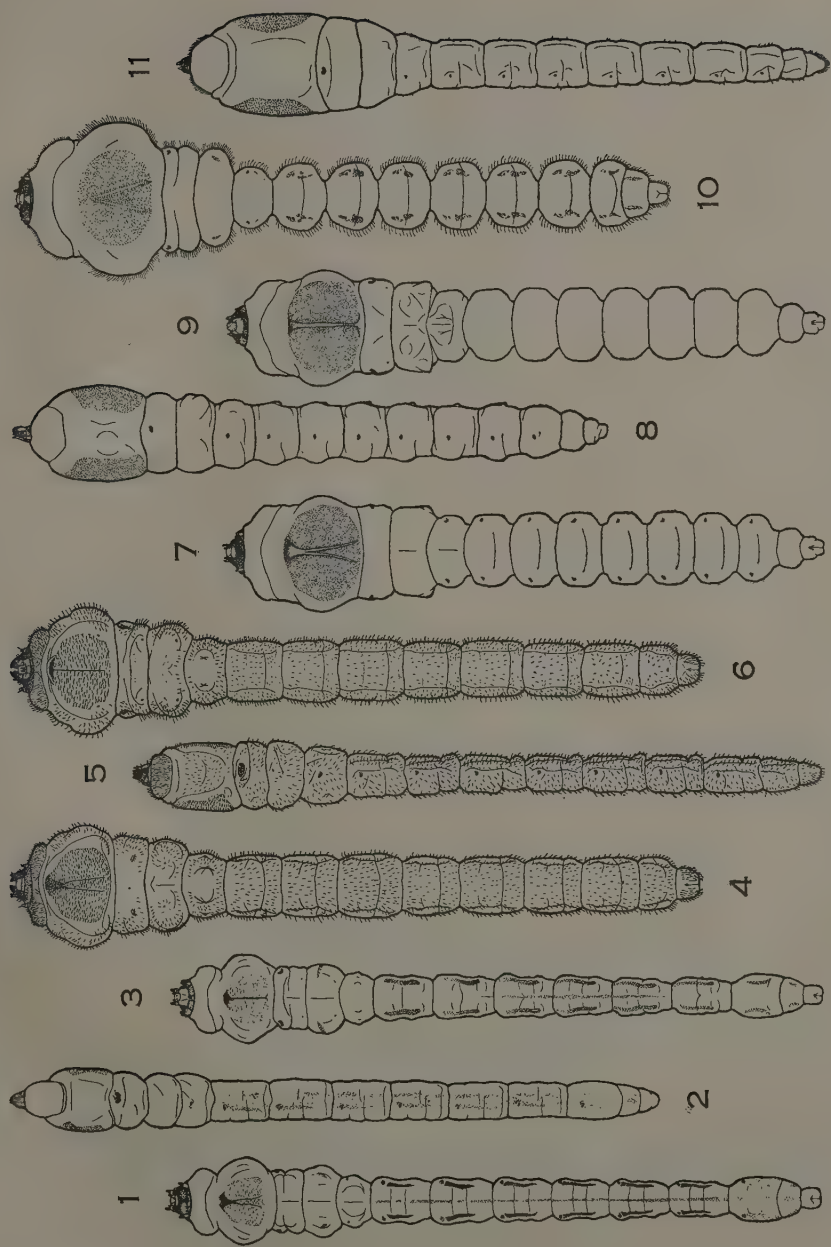
EXPLANATION OF PLATES

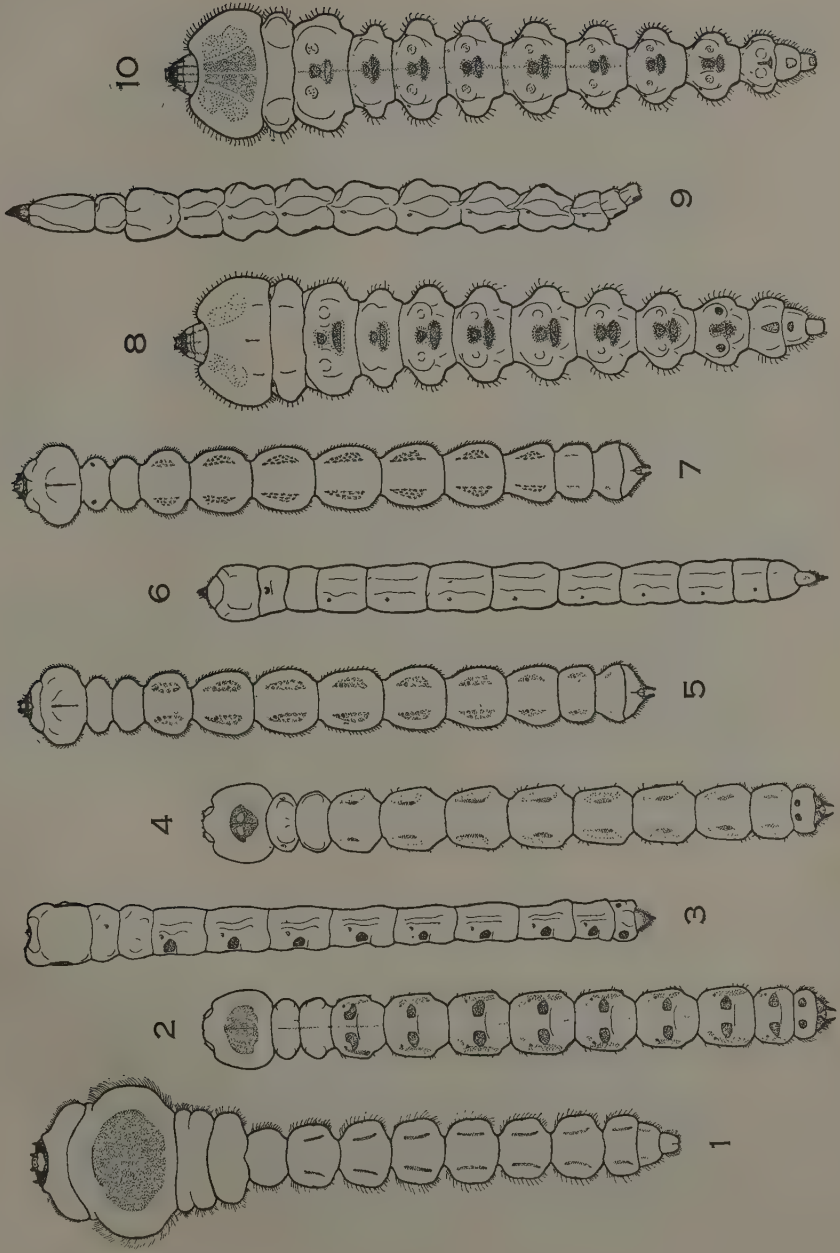
PLATE XVII. 1. *Chrysochroa fulgidissima*, larva, dorsal view ($\times 1$). 2. The same, dextral view ($\times 1$). 3. The same, ventral view ($\times 1$). 4. *Chalcophora japonica*, larva, dorsal view ($\times 1\frac{2}{3}$). 5. The same, dextral view ($\times 1\frac{2}{3}$). 6. The same, ventral view ($\times 1\frac{2}{3}$). 7. *Lampra* sp., larva, dorsal view ($\times 2\frac{2}{3}$). 8. The same, dextral view ($\times 2\frac{2}{3}$). 9. The same, ventral view ($\times 2\frac{2}{3}$). 10. *Chrysobothris succedanea*, larva, dorsal view ($\times 5\frac{1}{3}$). 11. The same, dextral view ($\times 5\frac{1}{3}$).

PLATE XVIII. 1. *Chrysobothris succedanea*, larva, ventral view ($\times 5\frac{1}{3}$). 2. *Cryptodactylus gracilis*, larva, dorsal view ($\times 4\frac{2}{3}$). 3. The same, dextral view ($\times 4\frac{2}{3}$). 4. The same, ventral view ($\times 4\frac{2}{3}$). 5. *Agrilus auriventris*, larva, dorsal view ($\times 4\frac{2}{3}$). 6. The same, dextral view ($\times 4\frac{2}{3}$). 7. The same, ventral view ($\times 4\frac{2}{3}$). 8. *Trachys subbicornis*, larva, dorsal view ($\times 11\frac{1}{3}$). 9. The same, dextral view ($\times 11\frac{1}{3}$). 10. The same, ventral view ($\times 11\frac{1}{3}$).

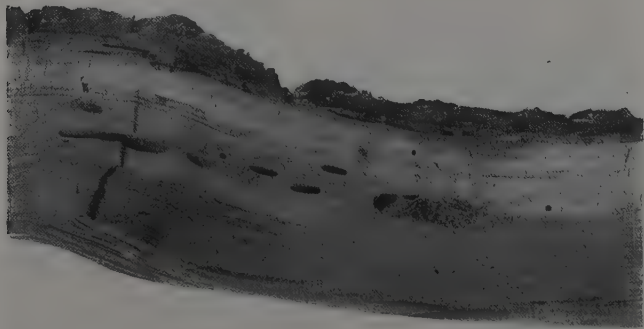
PLATE XIX. 1. Section of cherry wood showing the wormholes of *Chrysochroa fulgidissima* ($\times \frac{2}{3}$). 2. Section of cherry wood showing a pupal cell of the same ($\times \frac{2}{3}$). 3. Exit hole of the same on the bark ($\times \frac{2}{3}$). 4. Section of *Eriobotrya* wood showing a prepupal larva of *Chrysobothris succedanea* ($\times 2$). 5. Barked twig of *Eriobotrya* showing larval mines and entrances to pupal cells ($\times \frac{2}{3}$).

PLATE XX. 1. Section of citrus wood showing the pupal cell of *Agrilus auriventris* with entrance and exit hole ($\times 1\frac{1}{3}$). 2. Barked trunk of the citrus tree showing larvae and damaged condition ($\times \frac{2}{3}$). 3. Exit holes of the same on the citrus tree ($\times 1\frac{1}{3}$). 4. Barked twig of the chestnut tree showing larval mines of *Cryptodactylus gracilis* ($\times 1$). 5. Chestnut twig mined by the same ($\times \frac{2}{3}$). 6. Section of chestnut twig showing pupal cells of the same ($\times 1\frac{1}{3}$). 7. Egg-coverings of the same on chestnut twig ($\times 1\frac{1}{3}$). 8. Exit hole of the same on chestnut twig ($\times 2$).

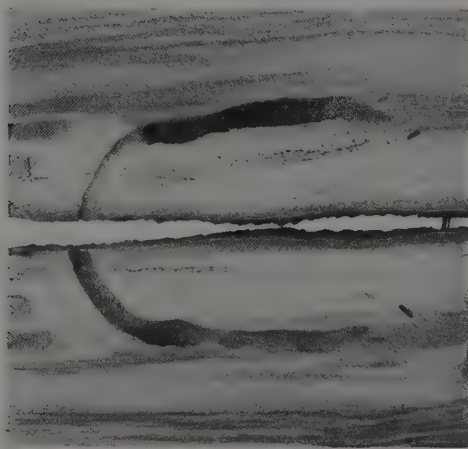




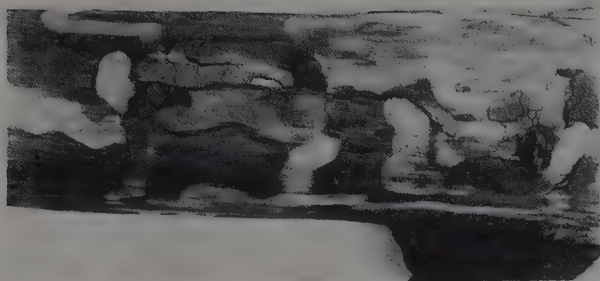
1



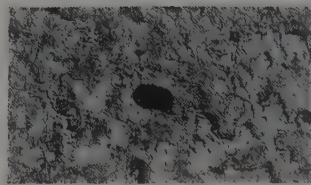
2



5



3



4





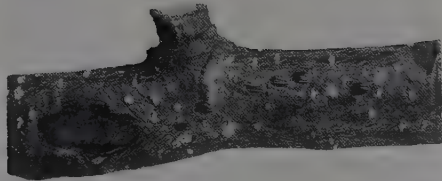
1



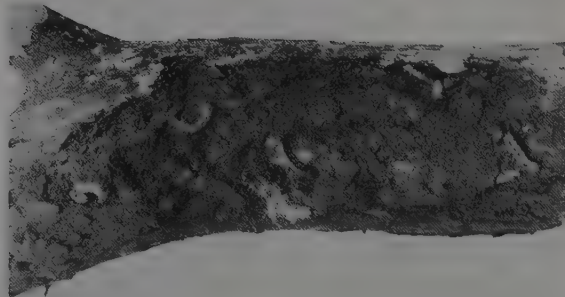
3



5



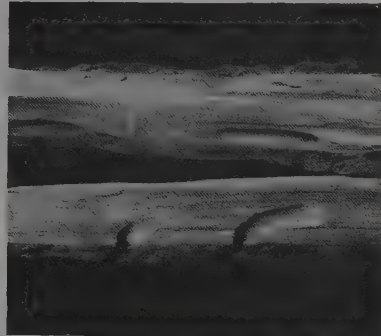
7



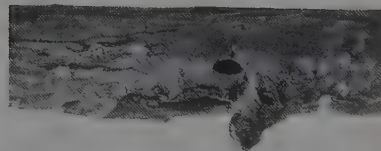
2



4



6



8

菜種油粕及び雜植物油粕類の 品質に關する調査

技 師 林 義 三

菜種油粕は多くの販賣肥料中に於てその品質最も多種多様なるものなるべし。或は純正菜種油粕と稱して多量の異種油粕を含有し實質に於て雜植物油粕と認むべきものあり。或は内地產菜種油粕と稱して印度產雜植物油粕其他の外國產菜種油粕類を混淆せるものあり。更にその甚しきに至りては全く異りたる他種植物油粕に菜種油粕なる名稱を附して販賣するものあり。此の如く肥料取締法規上抵觸するもの尠からざるは恐らく他種販賣肥料にその例を見ざる處なるべし。之れ蓋し純正菜種油粕の價格が他の植物質肥料に比し極めて高價なることとその外觀上菜種油粕に對する異種油粕混和の鑑別に特殊の技術を要することとに依るものなるべきか。此の如くなるを以て菜種油粕の品質に對する吟味は肥料取締上特に緊要なるべし。

依て著者は我國に於ける最近の市販菜種油粕の品質調査を企圖し、先づ蒐集したる菜種油粕類に就き調査に着手したり。この調査に従事中偶々大阪府肥料検査所に於ても同一の見地より全國的に菜種油粕類の試料を蒐集し之が品質調査を施行し居る由聞きたるを以て同検査所に依頼しその試料の一部を譲り受け之を調査試料に加へたり。

爰に之等成績を取纏めて發表し、菜種油粕製造業者、同消費者並に肥料取締關係者の參考に供せんとす。

調 査 試 料

試料は調査上次の二種類に區別せり。

(I) 内地製造の菜種油粕及び雜植物油粕類 本試料は最近に於て全國各地に需給せられたる内地製造の菜種油粕及び雜植物油粕類を蒐集したるものにして、大阪府肥料検査所に於て全國に亘り主要煙草耕作府縣に依頼し、昭和七年一月より同三月に至る期間肥料營業者の所持せる肥料に就き

収去したるもの115點(収去府縣別内譯點數岩手 5, 山形1, 茨城11, 栃木20, 埼玉6, 神奈川10, 新潟4, 福井6, 長野5, 大阪9, 兵庫10, 岡山6, 徳島3, 熊本9, 大分3, 宮崎4, 鹿児島3), 同検査所が大阪地方專賣局に依頼し全國專賣局管下煙草耕作組合の同期間に於ける購賣品標本を蒐集したるもの87點、並に當場肥料依頼分析室に於て昭和六年七月より同七年九月に至る期間取扱ひたる分析依頼試料中より選出したるもの19點、合計 221 點より成り、全國に亘り1道25府縣84製造業者の製造に係れるものなり。その肥料名稱別内譯は次の分析成績一覽表中 (I) a), b) に示すが如し。

(II) 輸入菜種油粕及び雜植物油粕類 本試料は當場肥料依頼分析室に於て昭和六年七月より同七年九月に至る期間取扱ひたる肥料標品中輸入後

菜種油粕及び雜植物油粕類の主要成分分析成績一覽表

供 試 品 名 Name of Sample	分 析 點 No. of Sample	水 分 Moisture			窒 素 全 量 Total Nitrogen			磷
		最多 Max. %	最少 Min. %	平均 Ave. %	最多 Max. %	最少 Min. %	平均 Ave. %	

(I) a) 内地製造の菜種油粕

1. 菜種油粕、同粉末 (Cake & Meal)	160	—	—	—	—	—	—	—
a. 夾雜物無きもの without impurity	90	9.05	6.46	7.82	6.06	4.76	5.44	2.99
b. 夾雜物混有のもの with impurity	70	10.13	3.89	7.94	5.82	5.11	5.50	2.85
2. 再製粉末 Repressed	13	8.83	5.27	7.57	6.03	5.31	5.56	2.51
3. 支那産粉末 Chinese	5	8.14	7.27	7.74	4.92	4.63	4.82	2.58

(I) b) 雜 植 物 油 粕 粉 末

4. 雜植物油粕粉末 (Oil Meal)	3	9.07	7.50	8.23	5.65	5.18	5.47	2.83
5. 印度産 Indian	2	8.76	8.35	8.56	5.65	4.92	5.29	2.55
6. 再 製 Repressed	17	9.73	7.61	8.29	6.48	5.07	5.47	2.50
7. 外國産焙煎 Roasted, Foreign	14	8.47	6.34	7.79	5.37	4.88	5.09	2.40
8. 印度産焙煎 " , Indian	3	8.02	7.39	7.80	5.28	5.14	5.22	2.33
9. 調 合 Mixed	4	11.28	8.85	10.23	5.25	4.95	5.10	2.42

(II) a) 輸 入 菜 種 油 粕

1. 支那産 Chinese	15	10.94	7.09	8.72	6.42	4.55	5.16	2.86
2. 南米産 South American	12	11.59	6.98	8.80	5.54	4.47	5.12	2.69
4. 浸出 (英國及濠州産) Extracted	6	10.86	8.10	10.14	6.24	5.34	5.57	2.90
5. 印度産 Indian	6	8.92	6.89	7.83	5.24	4.31	4.68	2.48

(II) b) 輸 入 雜 植 物 油 粕

3. 南米産 South American	1	—	—	9.51	—	—	5.44	—
6. 印度産 Indian	34	—	—	—	—	—	—	—
a. エキスベラ Pressed by expeller	25	10.06	6.71	*7.80	5.50	4.70	5.14	2.68
b. 普 通 品 " by usual machine	9	9.70	6.85	◎7.79	5.23	4.20	4.65	2.56
7. 印 度 粕 Indian	4	9.35	7.11	8.05	5.30	4.76	5.06	2.51

分析點數 ※ 18 點 ◎ 6 點

加工せられざるものと認むべきもの78點を選出せり。その肥料名稱別内譯は分析成績一覽表中 (II) a), b) に示すが如し。

調 査 成 績

前記菜種油粕及び雜植物油粕類合計 299 點の試料に就き、品質に關する調査をなさんが爲め、先づ

- (1) 主要成分(水分、窒素全量、燐酸全量、土砂、粗脂油)の定量分析を行ひ
- (2) 保證成分量に對する分析成分量の過不足を検し
- (3) 夾雜物の有無並に混在歩合等の鑑定をなしたり

その成績の概要は次の如し。

Analytical Results of Principal Ingredients for Rape- and Oil-Cakes

酸 全 量 Total P ₂ O ₅		窒 素 對 燐 酸 比 P ₂ O ₅ /N Ratio			土 砂 (鹽酸不溶解物) Insoluble Matter in HCl			粗 脂 油 Ether Extract		
最 少 Min. %	平 均 Ave. %	最 多 Max. %	最 少 Min. %	平 均 Ave. %	最 多 Max. %	最 少 Min. %	平 均 Ave. %	最 多 Max. %	最 少 Min. %	平 均 Ave. %

Home-made Rape Cakes

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.00	2.57	0.619	0.370	0.474	4.38	0.10	1.30	18.71	4.70	11.23
1.90	2.41	0.510	0.332	0.438	6.52	0.31	2.13	15.26	6.20	10.39
1.89	2.18	0.456	0.378	0.393	6.48	2.79	4.81	13.35	6.88	9.73
2.28	2.44	0.557	0.465	0.506	8.24	2.33	6.10	12.12	6.43	9.19

Oil Meals

2.04	2.35	0.507	0.388	0.430	4.48	0.68	2.61	10.81	7.20	9.31
2.11	2.33	0.518	0.373	0.446	4.57	3.74	4.17	10.56	10.19	10.38
1.79	2.13	0.460	0.323	0.391	4.00	0.40	2.05	9.57	6.46	7.89
2.05	2.19	0.459	0.393	0.430	2.46	1.35	1.80	12.07	6.21	8.53
2.02	2.14	0.453	0.385	0.411	3.96	1.68	2.99	9.50	8.98	9.25
2.04	2.19	0.460	0.395	0.430	1.75	1.27	1.52	8.34	4.55	6.97

Imported Rape Cakes

1.96	2.53	0.578	0.389	0.492	17.59	1.37	6.05	12.23	3.86	8.78
1.64	2.12	0.570	0.344	0.415	8.16	0.05	1.18	12.54	9.00	10.90
2.37	2.58	0.471	0.444	0.463	1.94	0.64	1.30	2.89	1.49	2.35
1.70	2.08	0.477	0.375	0.445	5.96	2.33	4.06	11.97	6.35	9.41

Imported Oil Cakes

—	1.70	—	—	0.313	—	—	0.18	—	—	10.77
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.14	2.44	0.500	0.434	0.474	3.62	1.45	2.78	11.33	7.86	9.79
1.63	2.19	0.520	0.388	0.459	7.10	2.28	3.66	12.44	10.08	11.21
2.22	2.38	0.495	0.458	0.470	6.09	2.50	3.51	10.43	8.64	9.35

(1) 主要成分定量分析成績

試料の各個に對する定量分析成績は附表第一に示せり。而して之を肥料名稱別に總括して表示すれば284—285頁に於けるが如し。

(2) 保證成分量に對する分析成分量の 過不足に關する調査成績

その成績は附表第二に示すもその成績の大意は次の如し。

(I) 内地製造の菜種油粕類 試料 221 點中保證成分量の記載なきもの 25 點を除きたる 196 點に就き、保證成分量に對する分析成分量の過不足を調査せるに、菜種油粕類 162 點中 55 點(調査點數の 34 %)雜植物油粕類 34 點中 14 點(調査點數の 41 %) 合計 69 點(調査點數の 35 %)の試料が保證成分量に對し分析成分量の不足せるを認めたり。この成分不足の試料中、窒素のみ不足せるものは菜種油粕類に 19 點雜植物油粕類に 7 點、計 26 點、磷酸のみ不足せるものは菜種油粕類に 33 點、雜植物油粕類に 6 點、計 39 點、窒素、磷酸共に不足せるものは菜種油粕類に 3 點雜植物油粕類に 1 點、計 4 點なり。又窒素の成分不足點數と磷酸の成分不足點數との比較に於て注目すべきは菜種油粕、同粉末中夾雜物を混有せざるものに於て窒素の成分不足點數(15 點即ち調査點數の 18 %)が磷酸の成分不足點數(7 點即ち調査點數の 8 %)に比し多きに反し夾雜物を混有せるものに於ては窒素の成分不足點數(3 點即ち調査點數の 5 %)よりも磷酸の成分不足點數(20 點即ち調査點數の 31 %)の方遙かに多く、又再製菜種油粕粉末に於ては調査點數 10 點中窒素の成分不足なきに反し磷酸の成分不足は 6 點に及べるが如きことなり。而もこの夾雜物混有の菜種油粕、同粉末及び再製菜種油粕粉末中、磷酸の成分不足の試料には概して落花生油粕、大豆油粕、ジャンバ油粕等の如き窒素に對する磷酸の比率低き異種油粕の混在せること多きを認めたり。

(II) 輸入菜種油粕及雜植物油粕類 保證成分量の記載なきもの多きを以て本調査を省略せり。

(3) 夾雜物混在の有無並びに混在歩合等の鑑定成績

主として顯微鏡的検査により菜種油粕及雜植物油粕類に於て夾雜物混在の有無並びに混在歩合等に關し鑑定したる結果次の如し。但し混在歩合は顯微鏡的検査により推定したる概數なり。尙各試料中の土砂含量は鹽酸不溶解物として分析成績中既に擧げたるを以て本項に於ては之を省略す。

(I) 内地製造の菜種油粕及び雜植物油粕類

1) 菜種油粕、同粉末 調査點數 160 點中特に擧ぐべき夾雜物の混在を認めざるもの 90 點、異種油粕又は其他の夾雜物を混有するもの 70 點にして後者の割合は實に調査點數の 44 % に及べり。この他物混有の菜種油粕、同粉末に於て、主たる夾雜物の混在總量は最多 80 %、最少 5 %、平均 26 % に達し、更に之を内譯すれば次の如し。

混在總量	調査點數	總點數に對する割合%
5—10%	23	33
11—20%	15	21
21—30%	16	23
31—50%	8	11
51%以上	8	11

夾雜物の主たるものは落花生油粕、ジャンパ油粕、亞麻仁油粕、カボツク油粕、棉實油粕、芥子油粕、荏油粕、胡麻油粕等の如き油粕なり。尙印度產植物油粕特有のニガー油粕及び *Asphodelus tenuifolius* CAV. (百合科)の種子を含有する試料 21 點あるを認めたり。

2) 再製菜種油粕粉末 調査點數 13 點にして何れも菜種油粕以外に落花生油粕、大豆油粕、胡麻油粕、亞麻仁油粕等の如き油粕を混有し、内 12 點は印度產植物油粕特有のニガー油粕及び *Asphodelus tenuifolius* CAV. の種子を、又 10 點は支那產藥付菜種油粕に由來するものと認めらるる藥稈及びヤエムグラ (*Galium Aparine* L. 茜草科)の種子を混有せるを認めたり。主たる夾雜物の混在總量は最多 70 %、最少 15 %、平均 36 % の多きに達せり。

3) 支那產菜種油粕粉末 調査點數 5 點にして内 3 點は單に支那產菜種油粕(内 2 點は藥付)を粉碎したるもの、他の 2 點は支那產菜種油粕とカボツク油粕との混合品なり。何れもヤエムグラ (*Galium Aparine* L.)の種子を混有し、その多きは 20 % に達し少きも 5 % を下らざるを見たり。

4) 雜植物油粕粉末 調査點數 3 點にして 1 點は印度產雜植物油粕に落花生油粕、カボツク油粕、大豆油粕等を他の 1 點は棉實油粕を調合したるものにして更に他の 1 點は菜種油粕、落花生油粕等の調合品なり。

5) 印度產雜植物油粕粉末 調査點數 2 點にして共に印度產雜植物油粕を單に粉碎したるのみのものと認めらる。混在物料の主なるものは菜種油粕、落花生油粕、亞麻仁油粕、胡麻油粕、ニガー油粕、雜種子等なり。

6) 再製雜植物油粕粉末 調査點數 17 點にして内 3 點は印度產雜植物油粕を單に粉碎したるのみのものと認めらるるも他の試料は概して印度產雜植物油粕と他の植物油粕との調合品なり。混在物料の主なるものは菜種油粕、落花生油粕、カボツク油粕、亞麻仁油粕、サフラワー油粕 (*Carthamus tinetolius* L. の種子搾油粕)、ニガー油粕、大豆油粕等なり。

7) 外國產焙熬雜植物油粕粉末 調査點數 14 點にして何れも印度產雜植物油粕と他の植物油粕との調合製品なり。混在の主要植物油粕は菜種油粕、カボツク油粕、大豆油粕、亞麻仁油粕、棉實油粕、落花生油粕等なり。

8) 印度產焙熬雜植物油粕粉末 調査點數 3 點、前者と同様何れも印度產雜植物油粕と他の植物油粕との調合製品にして、混在する主要植物油粕は菜種油粕、落花生油粕、カボツク油粕、亞麻仁油粕、胡麻油粕等なり。

9) 調合雜植物油粕粉末 調査點數 4 點にして何れも印度產雜植物油粕とカボツク油粕、大豆油粕等との調合品なり。

(II) 輸入菜種油粕及び雜植物油粕類

1) 支那產菜種油粕 調査點數 15 點の内 11 點は薬付、4 點は薬無菜種油粕なり。菜種油粕に非ずして殆んど全く胡麻油粕のみよりなるもの 1 點及び 20 % 内外の胡麻油粕を混有するもの 1 點(この試料は平均試料採集に當り前者胡麻油粕を混同採集したるものと認めらる)を除き他の 13 點は異種油粕の混在多からず。然れども概して土砂(鹽酸不溶解物とし 5 % 以上)のもの 9 點にしてその多きは 18 % に及ぶ)薬稈(薬付菜種油粕に於て混有)雜種子(主として茜草科雜草ヤエムグラ *Galium Aparine* L. の種子にして調査點數 15 點中 13 點にその混在を認め混在量多きものは 10 % に達せり)等の夾雜物を混有し内地產純正菜種油粕に比し品質劣れるものと言ふべし。

2) 南米產菜種油粕 調査點數 12 點の内、4 點は夾雜物の混在量僅少

にして略純粹の茶種油粕と認め得べき試料なるも、他の8點は亞麻仁油粕、落花生油粕、雜種子等の夾雜物を混有しその夾雜物總量は最多30%、最少8%、平均15%にして雜植物油粕と認むべき試料なり。

3) 南米產雜植物油粕 調査點數僅かに1點にして、茶種油粕以外に亞麻仁油粕、落花生油粕、雜種子等約20%を混有せるを認めたり。

4) 浸出茶種油粕(英國產及び濠洲產) 調査點數6點の内5點は英國產にして茶種油粕以外に特に擧ぐべき夾雜物の混在を認めざりしも、他の1點濠洲產の試料は約10%の蓖麻子油粕を混有せるを認めたり。

5) 印度產茶種油粕 調査點數6點の内、夾雜物の混在量僅少にして略純粹の茶種油粕と認め得るもの僅かに1點にして、他の5點は亞麻仁油粕、ニガー油粕、モーラー油粕、サフラワー油粕、胡麻油粕、落花生油粕、製油澱渣、雜種子等の如き夾雜物を混有し其夾雜物總量は最多85%、最少50%、平均64%に及び實質に於て雜植物油粕と認むべき試料なり。又何れの試料に於てもニガー油粕及び *Asphodelus tenuifolius* CAV. の種子を混有せるを認めたり。

6) 印度產雜植物油粕 本油粕は製造法に依り次の二種に區別せり。

(a) エキスペラ壓搾粕 調査點數25點にして何れも茶種と他の植物種實との混合搾油粕なり。混在物料の主なるものは茶種油粕、亞麻仁油粕、胡麻油粕、ニガー油粕、ジャンバ油粕、雜種子等にして茶種油粕の混在量は最多90%、最少45%、平均80%なり。ニガー油粕は調査點數25點中20點に、又 *Asphodelus tenuifolius* CAV. の種子の混在を何れの試料にも認めたり。

(b) 普通品 調査點數9點にして混在物料の主なるものは茶種油粕、亞麻仁油粕、胡麻油粕、サフラワー油粕、ニガー油粕、落花生油粕、雜種子、製油澱渣等なり。茶種油粕の混在量は最多85%、最少10%、平均44%にして、前者エキスペラ壓搾粕に比し概して品質劣れるを認めたり。ニガー油粕、*Asphodelus tenuifolius* CAV. の種子は何れの試料にも混在するを認めたり。

7) 印度粕 調査點數4點にして、内2點はエキスペラ壓搾粕、1點は普通品、他の1點は兩種の混合品なり。混在物料の主なるものは茶種油粕、ニガー油粕、亞麻仁油粕、サフラワー油粕、落花生油粕、モーラー油粕、製油澱渣、雜種子等にして、茶種油粕の混在量は最多90%、最少55%、

平均77%を示し實質に於て雜植物油粕と認むべきものなり。ニガー油粕、*Asphodelus tenuifolius* Cav. の種子は何れの試料にもその混在を認めたり。

上記印度産菜種油粕、印度産雜植物油粕及び印度粕に於て、一試料中外觀、原料の品位乃至種類を異にする二種又は二種以上の植物油粕塊の混合せるものあるを認めたり(その詳細は附表第一の註1を参照すべし)。

以上の鑑定成績の詳細は附表第一に記載せり。

要　　結

著者は我國に於ける最近の市販菜種油粕の品質を知らんがため廣く各地に需給せられたる内地製造並に最近に於ける輸入菜種油粕及び雜植物油粕類合計299點の試料に就き、主要成分の定量、保證分量に對する分析成分量の過不足及び菜種油粕中夾雜物混在の有無並に混在歩合、雜植物油粕中混在物料の種類並に歩合等の鑑定即ち品質に關する調査を施行せり。

内地製造の菜種油粕及び雜植物油粕類に於て、菜種油粕、同粉末160點中70點即ち約44%試料は菜種油粕以外の夾雜物を混有し、實質に於て純正菜種油粕と認め難く、又再製菜種油粕に至りては悉く多量の異種油粕を混和したる一種の調合雜植物油粕粉末なるを認めたり。尙ほ保證分量に於ても、調査點數196點に對し69點即ち約35%の試料は成分不足を認むる等肥料取締法規に反するもの多數ありたり。

輸入菜種油粕及び雜植物油粕類中、支那産菜種油粕は概して異種油粕の混在少なきも土砂の含量多きものあり、或は雜草種子主として茜草科雜草ヤエムグラ *Galium Aparine* L. の種子を混有し、又薬付壓搾粕に於ては薬種の含量多きものある等内地産純正菜種油粕に比し概して品質劣れるものと認めたり。南米産菜種油粕中には略純粹なる菜種油粕を認めたるも、また夾雜物の混在多く純正菜種油粕と認め難き試料も亦存在せり。

浸出菜種油粕中、英國産のものは略純粹なる菜種油粕なりしも、濠洲産の試料は他物混有の不純菜種油粕なるを認めたり。

印度産の菜種油粕類には印度産菜種油粕、印度産雜植物油粕及び印度粕の三種類の名稱を附しありたり。略純粹の菜種油粕と認むべきものは極めて少く概して菜種を主體とし之に他種植物種實を混合し搾油したる雜植物

油粕と認めらるるも、又往々にして菜種油粕の混在量僅少にして寧ろ菜種以外の植物種實を主體として搾油したるが如き觀あるものあり。尙ほ二種又は數種の植物質油粕塊を混合せられたるものあるを認めたり。從來印度產植物油粕に特有と認められたるニガー油粕は調査せる印度產菜種油粕類 44 點中 39 點にその混在を認め、又百合科雜草 *Asphodelus tenuifolius* CAV. の種子は 44 點中何れの試料にもその混在を認めたり。

以上肥料取締法規に従ひ菜種油粕類の品質を鑑定せるに名稱と實質一致せず法規に觸るゝもの尠からず、殊に輸入品に於て一層甚し。例へば雜植物油粕が純正菜種油粕に混淆せられ、又その甚しきに至りては再製と稱し單に粉碎せる儘にて内地產菜種油粕粉末と稱し、再製の主意を没却せるなど、更に之れに類する事例は枚舉に遑あらざるの狀態なり。斯くの如く不正品の多きは誠に遺憾とする處にして菜種油粕類の品質に關する吟味を今後一層嚴にして、之等肥料の品質向上を圖るは現下の急務と謂ふべし。

終に臨み本研究に就き元本場員阿形吉雄氏の多大の努力を深謝し、併せて分析の大部分を擔當せる技手武田柳藏並に元本場員青峰重範氏に謝す。

STUDIES ON THE QUALITY OF RAPE- AND OIL-CAKES.

(Résumé)

Yoshizo HAYASHI

Of the commercial fertilizers, especially the nitrogenous fertilizers, the rape-cake is dearest, so that it is usually mixed up with other cakes or foreign matters and also there are many cases in conflict with the Japanese regulations of fertilizers. So the author decided to examine the quality of rape- and oil-cakes in Japan, and collected in 1931-1932 299 samples of home-made cakes as well as imported rape- and oil-cakes in all.

The author examined next items :—

1. Results of quantitative analyses of their principal ingredients.
2. Their excess or deficiency as compared with guaranteed quantities of cakes according to analytical results.
3. Presence or percentage of impurities.
4. Kinds and quantities of foreign matters.

附表 第一 定量分析及鑑定成績

I 内地製造の菜種油粕及び雜植物油粕類

1) 菜種油粕、同粉末

A 夾雜物を混有せざるもの

試料 番 號	製造者	製 造 年 月 (昭和)	保 證 成 分 量		水 分 %	窒 素 全 %	燐 全 %	窒 素 對 燐 酸 比	土 砂 (鹽 酸 不 溶 物) %	粗 脂 油 %
			窒 素 %	燐 酸 %						
1	B	VI 11	5.3	2.6	8.85	5.32	2.72	0.511	2.86	4.70
2	C	VII 1	5.2	2.2	8.05	5.65	2.58	0.457	0.81	17.65
3	D	VI 11	5.2	2.4	7.81	5.44	2.46	0.452	0.26	11.23
4	E	" 10	5.3	2.2	7.56	6.06	2.91	0.480	0.34	11.01
5	F	—	5.2	2.4	8.14	5.23	2.73	0.522	1.24	11.96
6	J	—	5.0	2.0	7.68	5.49	2.55	0.464	0.36	15.28
7	M	VI 12	5.2	2.3	8.27	5.63	2.69	0.478	1.33	9.13
8	"	" 12	5.3	2.3	7.68	5.35	2.55	0.477	3.04	6.87
9	"	" 12	5.3	2.3	7.78	5.37	2.50	0.466	3.26	6.28
10	"	VII 3	5.3	2.3	8.02	5.25	2.72	0.518	2.14	8.20
11	R	—	5.5	2.5	8.15	5.84	2.77	0.474	0.49	8.32
12	"	VII 3	5.5	2.5	8.11	5.89	2.86	0.486	0.79	8.84
13	S	—	5.5	2.3	8.21	5.61	2.60	0.463	1.20	9.60
14	U	—	5.5	2.0	8.34	5.84	2.87	0.491	0.73	10.68
15	W	VII 1	5.0	2.5	8.01	5.23	2.46	0.470	0.43	12.61
16	X	VI 12	5.0	2.5	8.16	4.97	2.72	0.547	0.29	13.94
17	Y	" 11	5.4	2.5	7.56	5.65	2.77	0.490	1.53	10.74
18	Z	" 9	5.4	2.5	7.72	5.35	2.50	0.467	0.24	13.54
19	Ab	VII 1	5.0	2.0	8.46	5.49	2.70	0.492	0.40	11.46
20	Ac	" 1	5.2	2.2	7.69	5.28	2.70	0.511	0.22	13.06
21	Ad	" 1	5.2	2.2	8.28	5.21	2.45	0.470	0.18	10.64
22	Ae	" 1	5.2	2.3	8.39	5.51	2.46	0.446	0.55	12.61
23	Af	VI 10	5.3	2.3	7.48	5.44	2.65	0.487	1.27	11.90
24	"	" 11	5.3	2.3	7.74	5.51	2.58	0.468	1.38	11.55
25	"	VII 1	5.4	2.5	7.73	5.58	2.73	0.489	2.08	14.32
26	"	VI 11	5.3	2.3	8.22	5.40	2.74	0.507	2.59	12.48
27	"	VII 1	5.3	2.3	7.84	5.44	2.73	0.502	2.31	12.90
28	Ag	VI 11	5.4	2.5	7.39	5.44	2.68	0.493	1.48	9.42
29	"	" 12	5.4	2.5	7.80	5.47	2.62	0.479	0.78	10.28
30	"	" 11	5.4	2.5	7.51	5.35	2.62	0.490	1.44	10.69
31	"	VII 2	5.4	2.5	8.44	5.42	2.64	0.487	0.85	9.88
32	Ah	VI 12	5.4	2.5	8.23	5.35	2.51	0.469	1.60	12.52
33	"	VII 1	5.3	2.3	8.19	5.18	2.48	0.481	0.65	11.90
34	"	VI 11	5.4	2.5	7.87	5.42	2.56	0.472	0.94	12.88
35	"	" 12	5.4	2.5	7.15	5.18	2.73	0.527	1.96	11.95
36	Ai	VII 1	5.3	2.5	7.40	5.49	2.65	0.483	0.70	10.94
37	"	VI 12	5.3	2.5	7.69	5.47	2.62	0.479	1.81	10.91
38	Ak	" 11	5.3	2.5	8.04	5.47	2.32	0.424	0.27	12.36
39	Al	" 11	5.3	2.5	7.81	5.11	2.73	0.534	3.66	11.29
40	An	VI 10	5.3	2.6	7.92	5.51	2.53	0.459	2.57	10.28
41	"	" 10	5.3	2.6	7.85	5.32	2.59	0.487	2.21	10.44
42	"	VII 2	5.3	2.6	7.63	5.30	2.59	0.489	2.75	9.37
43	Aq	VI 11	5.3	2.5	8.16	4.95	2.63	0.531	2.67	11.42
44	"	VII 2	5.3	2.6	7.56	5.37	2.62	0.488	0.84	11.48

1) 菜種油粕、同粉末

A 夾雑物を混有せざるもの (續き)

試料 番號	製造者	製年 (昭和)	造月	保證成分量		水分 %	窒素 全量 %	磷 全量 %	酸 量 %	窒素對 磷酸比	土砂(鹽酸 不溶解物) %	粗脂肪油 %
				窒 素 %	磷 酸 %							
45	Ar	VI	10	5.3	2.6	7.46	5.89	2.65	0.450	0.82	10.97	
46	"	VII	1	5.3	2.6	7.66	5.70	2.60	0.456	0.71	12.40	
47	"	"	"	5.3	2.6	9.05	5.49	2.70	0.492	0.70	11.40	
48	As	VI	11	5.3	2.5	8.06	5.44	2.31	0.425	1.68	10.80	
49	Au	"	6	5.4	2.3	7.95	5.48	2.48	0.453	1.96	8.61	
50	"	VII	1	5.4	2.3	7.62	5.80	2.67	0.460	1.34	9.92	
51	"	VI	11	5.4	2.3	7.21	5.37	2.51	0.467	2.57	9.14	
52	"	VII	1	5.4	2.3	7.54	5.54	2.60	0.469	2.04	9.29	
53	"	VI	10	5.4	2.3	8.51	5.47	2.62	0.479	1.80	9.52	
54	"	—	—	—	—	7.68	5.56	2.56	0.460	0.84	11.78	
55	"	VI	12	5.2	2.2	7.38	5.37	2.76	0.514	1.65	10.64	
56	"	VII	1	5.4	2.3	7.25	5.51	2.64	0.479	1.34	9.94	
57	"	"	2	5.4	2.3	7.64	5.56	2.65	0.477	0.98	10.23	
58	"	"	2	5.4	2.3	7.64	5.56	2.74	0.493	0.77	10.56	
59	"	"	2	5.2	2.2	7.27	5.37	2.62	0.488	1.27	10.14	
60	"	"	1	5.2	2.2	7.44	5.63	2.74	0.487	1.63	9.92	
61	"	"	2	5.2	2.2	7.28	5.47	2.65	0.484	1.34	10.50	
62	"	VI	12	5.4	2.3	7.37	5.37	2.74	0.510	1.11	9.66	
63	"	VII	2	5.4	2.3	7.29	5.54	2.59	0.468	0.60	10.16	
64	"	"	1	5.4	2.3	7.42	5.56	2.72	0.489	1.47	9.15	
65	Ax	VI	12	5.0	2.0	6.51	4.95	2.16	0.436	3.12	18.25	
66	Bf	"	11	5.4	2.5	7.63	5.28	2.69	0.509	1.89	9.29	
67	Bg	"	12	5.2	2.2	7.81	5.50	2.58	0.487	0.92	14.82	
68	Bi	VII	1	5.3	2.2	7.65	4.76	2.41	0.506	0.46	18.71	
69	Bj	"	1	5.4	2.3	7.33	5.51	2.40	0.436	2.51	9.58	
70	"	"	1	5.4	2.3	7.27	5.49	2.41	0.439	4.38	10.99	
71	"	"	1	5.4	2.3	7.49	5.35	2.37	0.443	3.11	11.45	
72	"	"	1	5.4	2.3	7.56	5.56	2.44	0.439	2.30	10.19	
73	Bl	"	3	5.1	2.1	7.58	5.42	2.45	0.452	1.57	12.09	
74	Bn	"	3	5.2	2.1	7.86	5.84	2.18	0.373	0.49	11.12	
75	Bp	VI	8	5.1	2.2	7.95	5.28	2.42	0.458	0.76	11.57	
76	Bq	—	—	5.2	2.3	7.77	5.49	2.41	0.439	0.27	11.03	
77	"	VII	1	5.2	2.3	7.97	5.58	2.41	0.432	0.51	11.61	
78	Bs	"	2	5.2	2.3	6.46	5.42	2.39	0.441	0.49	14.62	
79	Bt	"	1	5.2	2.2	7.84	5.46	2.11	0.386	0.41	14.34	
80	Bu	"	3	5.0	2.0	7.77	5.80	2.22	0.383	1.04	14.44	
81	Bw	VI	12	—	—	8.34	5.47	2.55	0.466	0.37	11.09	
82	Bx	"	12	—	—	8.03	5.23	2.26	0.432	0.32	11.83	
83	By	"	12	5.0	2.0	8.28	5.54	2.59	0.468	0.10	15.00	
84	Bz	VII	1	5.0	2.0	8.75	5.91	2.44	0.413	0.32	9.43	
85	Ca	VI	11	5.0	2.0	8.01	5.40	2.00	0.370	0.27	14.24	
86	Cb	VII	2	5.0	2.0	8.62	5.63	2.49	0.442	0.48	8.46	
87	Cc	"	1	5.0	2.5	8.35	5.30	2.56	0.483	0.86	9.61	
88	Cd	—	—	5.0	2.0	7.93	5.04	2.72	0.540	0.41	12.52	
89	Ce	—	—	—	—	7.28	5.37	2.58	0.480	3.03	10.20	
215	Cg	—	—	—	—	8.71	4.83	2.99	0.619	0.17	9.57	

1) 菜種油粕、同粉末

試料 番號	製 造 者	製 造 年 月 (昭和)	保證成分量		定 量 分 析 成 績							鑑				
			窒素 %	磷酸 %	水分 %	窒素 全量 %	磷酸 全量 %	窒素對 磷酸比	土 砂 鹽酸不 溶解物 %	粗脂肪 %	菜種 粕 %	菜種油				
												總量	落花生 粕	棉實 粕	大豆 粕	
90	A	VI 11	5.3	2.0	8.34	5.42	2.23	0.411	0.38	11.48	85	15	—	—	—	
91	G	VII 4	5.2	2.4	7.29	5.49	2.28	0.415	0.64	15.26	90	10	—	—	—	
92	H	VI 10	5.0	2.5	7.58	5.61	2.40	0.428	0.75	11.46	90	10	—	—	—	
93	I	VII 1	5.3	2.0	7.57	5.49	2.36	0.430	0.31	13.25	90	10	—	—	—	
222	"	—	—	—	7.66	5.47	2.31	0.422	0.31	11.56	90	10	—	—	—	
94	L	VII 1	5.3	2.3	8.00	5.51	2.49	0.452	1.50	9.67	90	10	10	—	—	
238	"	—	—	—	10.06	5.14	2.16	0.420	1.40	6.45	70	30	10	—	—	
239	"	—	—	—	10.13	5.14	2.19	0.426	1.46	6.45	70	30	10	—	—	
95	M	VI 12	5.4	2.3	8.74	5.44	2.50	0.460	2.33	6.52	75	25	5	—	—	
96	"	"	5.4	2.3	8.59	5.44	2.54	0.467	1.46	5.66	85	15	10	5	—	
97	"	VII 2	5.4	2.4	7.34	5.77	2.37	0.411	4.68	10.99	50	50	25	25	—	
98	N	VI 12	5.3	2.3	7.76	5.47	2.30	0.420	2.22	7.71	63	37	10	10	7*	
99	"	" 12	5.3	2.3	8.33	5.21	2.28	0.434	2.26	8.11	70	30	10	10	—	
100	"	" 12	5.3	2.3	7.95	5.37	2.21	0.412	1.87	7.61	70	30	10	10	—	
101	O	" 11	5.3	2.5	8.52	5.49	2.35	0.428	2.05	9.18	60	40	—	—	—	
102	"	" 12	5.3	2.5	8.30	5.35	2.33	0.436	2.19	7.03	70	30	—	—	—	
103	"	" 11	5.3	2.5	8.66	5.49	2.42	0.441	2.06	9.12	60	40	—	—	—	
104	"	VII 3	5.3	2.5	10.04	5.32	2.42	0.455	0.97	6.81	70	30	—	—	—	
105	P	VI 11	5.3	2.3	7.87	5.58	2.30	0.412	1.60	11.18	80	20	20	—	—	
106	"	" 11	5.3	2.3	8.06	5.44	2.48	0.456	1.88	11.42	85	15	15	—	—	
107	T	—	5.4	2.5	7.70	5.82	2.76	0.474	1.11	12.10	85	15	10	++	—	
108	V	VI 12	5.0	2.3	8.65	5.11	2.60	0.503	0.34	12.41	80	20	—	—	—	
109	Y	" 10	5.4	2.5	8.09	5.75	2.85	0.496	1.28	10.67	80	20	—	—	—	
110	Aa	VII 1	5.4	2.2	8.35	5.61	2.46	0.439	2.18	7.95	20	80	—	—	—	
111	"	" 1	5.4	2.2	8.58	5.70	2.41	0.423	1.28	7.88	20	80	—	—	—	
112	Ab	VI 12	5.2	2.3	8.28	5.49	2.73	0.497	0.70	10.45	90	10	—	—	—	
113	Aj	" 12	5.3	2.5	7.97	5.42	2.50	0.461	1.36	13.33	90	10	—	—	—	
114	"	" 12	5.3	2.5	7.30	5.40	2.49	0.461	1.77	13.40	90	10	—	—	—	
115	An	" 12	5.4	2.7	7.99	5.23	2.50	0.478	3.18	9.94	90	10	++	—	—	
116	"	" 11	5.2	2.5	7.91	5.54	2.50	0.451	2.41	11.15	85	15	15	—	—	
117	"	" 12	5.4	2.7	7.91	5.47	2.54	0.464	2.43	9.42	90	10	++	—	—	
118	"	" 12	5.3	2.6	8.73	5.25	2.68	0.510	2.10	10.63	90	10	++	—	—	
119	Ao	" 12	5.3	2.6	7.90	5.23	2.50	0.478	3.66	10.90	90	10	—	—	—	
120	"	" 12	5.3	2.6	7.71	5.44	2.55	0.469	3.14	10.29	85	15	5	—	—	
121	Ap	" 12	5.3	2.6	7.95	5.58	2.67	0.478	0.89	12.17	70	30	—	—	—	
122	"	" 11	5.3	2.6	7.48	5.40	2.65	0.491	1.38	12.91	80	20	—	—	—	
123	"	VII 1	5.3	2.6	8.94	5.37	2.72	0.507	1.45	11.26	90	10	—	—	—	
232	"	—	—	—	6.22	5.54	2.66	0.480	0.84	12.20	70	30	—	—	—	
124	Aq	VI 12	5.3	2.6	8.11	5.51	2.51	0.456	0.88	11.67	80	20	—	—	—	
125	Ar	VII 2	5.3	2.6	7.29	5.51	2.42	0.439	0.72	14.17	90	10	—	—	—	
126	As	" 1	5.2	2.2	8.14	5.75	2.26	0.393	4.35	9.99	70	30	30	—	—	
127	Av	" 1	5.2	2.3	7.80	5.68	2.37	0.417	2.56	10.40	70	30	25	—	—	
128	"	" 2	5.4	2.3	7.85	5.65	2.37	0.419	2.84	10.93	70	30	25	—	—	
129	"	VI 12	5.2	2.3	7.61	5.54	2.50	0.415	3.38	10.56	70	30	—	—	—	
130	"	" 12	5.4	2.3	7.55	5.40	2.56	0.474	0.92	11.64	90	10	—	—	—	
131	"	VII 2	5.4	2.3	7.98	5.37	2.36	0.439	2.70	9.53	80	20	20	—	—	
243	"	—	—	—	3.89	5.75	2.44	0.424	2.39	10.78	60	40	+	—	—	
132	Aw	VI 11	5.4	2.3	7.52	5.42	1.93	0.356	5.35	13.16	30	70	—	—	—	
133	"	" 11	5.4	2.0	6.99	5.54	1.91	0.345	6.52	12.28	30	70	—	—	—	
134	"	" 11	5.4	2.0	7.19	5.51	2.08	0.377	4.21	12.81	30	70	—	—	—	
135	"	VII 2	5.4	2.3	8.60	5.56	2.18	0.392	3.71	10.60	40	60	10	—	—	

B 夾雑物を混有するもの (續く)

定 成 績														備 考
粕以外の夾雑物(雑植物油粕類に於ては混在物料)の名稱並に其の混在歩合(%)														
カボツ ク 粕	胡麻 粕	荏 油粕	芥子粕	ジャ ンバ 粕	亞麻 仁粕	蓖麻 子粕	ニガ ー粕	サフ ラワ ー粕	煎 米糠	雜 總量	種 Asp Gal	子 其 他	其 他	
—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
+	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	Che.El-c.	
20	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	El-c.	
20	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	El-c.	
—	—	—	20(白)	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—		
5	—	—	—	—	5	—	+	+	—	+	+	—		
5	—	—	—	—	5	—	+	+	—	+	+	—		
5	—	—	—	—	5	—	+	+	—	+	+	—		
—	—	—	10(白)	25	5	—	—	—	—	+	—	—	Gra.	
10	+	—	+(白)	20	+	—	—	—	—	+	—	—	Gra.	
—	—	—	10(白)	25	5	—	—	—	—	+	—	—	Gra.	
10	+	—	+(白)	20	+	—	—	—	—	+	—	—	Gra.	
+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	小麥	
+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	小麥	
++	—	—	—	—	—	++	+	+	—	+	+	—	++計 5	
—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	70(褐)	10	—	—	—	—	—	+	—	—	Cha.Gra.	
—	—	—	70(褐)	10	—	—	—	—	—	+	—	—	Cha.Gra.	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
++	—	—	—	—	++	—	++	—	—	+	+	—	Sap.Mel.	
—	—	—	—	—	+	—	+	+	—	+	+	—	El-c.	
++	—	—	—	—	++	—	++	—	—	+	+	—	Sap.Mel.	
++	—	—	—	—	++	—	++	—	—	+	+	—	Sap.Mel.	
—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	+	+	—	Gra.	
—	—	—	—	5	5	—	+	—	—	+	+	—		
—	—	—	30(黒)	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	20(黒)	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	10(黒)	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	30(黒)	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	Gra.	
—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	20	10	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	5	5	—	—	—	—	—	—	—		
+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	+	—	桐油粕+	
—	—	—	—	40	+	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	60	5	—	—	—	—	5	—	—	Set.Pan.Leg.Pol.	
—	—	—	—	60	5	—	—	—	—	5	—	—	Set.Pan.Leg.Pol.	
—	—	—	—	60	5	—	—	—	—	5	—	—	Set.Pan.Leg.Pol.	
—	5	—	—	35	5	—	—	—	—	5	—	—	Set. Pan.Leg. Pol.	

1) 菜種油粕、同粉末

試料 番 號	製造		保證成分量		定 量 分 析 成 績										鑑		
	製造者	年月 (昭和)	窒素 %	磷酸 %	水分 %	窒素 全量 %	磷酸 全量 %	窒素對 磷酸比 %	土砂 (不溶解物) %	菜種 粗油脂 %	菜種 粕 %	總量 %	落花生 粕 %	棉實 粕 %	大豆 粕 %		
136	Ay	Ⅶ 1	5.2	2.5	7.60	5.65	2.63	0.465	2.00	11.67	70	30	—	—	—	—	—
137	Ba	—	5.3	2.3	8.52	5.63	2.44	0.433	2.77	6.20	90	10	—	—	—	—	—
138	"	Ⅶ 2	5.3	2.3	7.87	5.44	2.35	0.432	4.00	7.20	80	20	20	—	—	—	—
139	Bb	Ⅶ 12	5.4	2.3	7.64	5.61	2.25	0.401	3.67	10.65	70	30	20	—	—	10	—
140	"	" 9	5.2	2.3	7.86	5.54	2.54	0.458	3.39	8.92	90	10	10	—	—	—	—
141	"	" 9	5.4	2.3	8.12	5.42	2.35	0.434	1.91	9.30	90	10	10	—	—	—	—
142	"	" 11	5.4	2.3	7.69	5.23	2.59	0.495	1.71	12.12	95	5	—	—	—	—	—
143	"	Ⅶ 3	5.4	2.3	8.78	5.42	2.26	0.417	3.30	10.42	80	20	20	—	—	—	—
144	Bd	" 1	5.2	2.3	7.71	5.51	2.50	0.454	3.32	8.27	65	35	15	—	—	—	—
145	Bh	Ⅶ 12	5.2	2.2	8.23	5.65	2.22	0.393	1.10	10.10	70	30	20	—	—	—	—
146	Bj	" 12	5.4	2.3	7.72	5.65	2.49	0.441	0.97	8.53	90	10	—	10	—	—	—
147	"	—	5.2	2.2	7.49	5.35	2.69	0.503	2.30	8.74	90	10	—	10	—	—	—
148	"	Ⅶ 1	5.2	2.3	8.20	5.47	2.58	0.472	3.14	11.37	90	10	—	10	—	—	—
149	"	" 1	5.2	2.3	7.60	5.61	2.42	0.431	2.74	11.16	85	15	—	15	—	—	—
150	"	Ⅶ 12	5.4	2.3	7.43	5.65	2.45	0.434	1.99	9.90	90	10	—	10	—	—	—
151	Bk	Ⅶ 3	5.5	2.3	7.15	5.70	2.21	0.388	2.69	16.70	55	45	—	—	—	—	—
152	Bo	Ⅶ 12	5.3	2.0	7.45	5.73	2.03	0.354	3.14	10.68	30	70	—	—	—	—	—
153	Br	Ⅶ 1	5.2	2.0	7.79	5.73	1.90	0.332	0.84	8.77	30	70	40	—	—	—	—
154	Bv	" 3	5.0	2.0	7.87	5.70	2.32	0.407	0.59	12.01	65	35	20	—	—	—	—

2) 再 製 菜 種

242	Av	—	—	—	5.27	5.50	2.43	0.442	2.79	13.35	85	15	5	—	—	—	—
155	Ba	Ⅶ 1	5.2	2.2	7.08	5.47	2.13	0.389	5.52	9.80	60	40	25	—	—	—	—
156	"	Ⅶ 12	5.2	2.2	8.72	5.80	1.91	0.329	5.37	8.73	55	45	30	—	15	—	—
157	"	" 11	5.2	2.2	7.87	6.03	1.89	0.313	3.45	10.84	55	45	30	—	15	—	—
158	"	" 12	5.2	2.2	7.68	5.51	2.09	0.379	6.48	9.79	65	35	25	—	—	—	—
159	"	Ⅶ 2	5.2	2.2	7.56	5.54	2.27	0.410	4.99	11.03	70	30	20	—	—	—	—
160	"	" 1	5.2	2.2	7.90	5.47	2.12	0.388	6.20	9.55	65	35	25	—	—	—	—
161	"	Ⅶ 12	5.2	2.2	8.37	5.89	1.98	0.336	5.07	9.82	55	45	30	—	15	—	—
162	"	Ⅶ 3	5.2	2.2	7.54	5.35	2.36	0.441	4.28	9.26	80	20	15	—	—	—	—
163	"	" 3	5.2	2.0	8.08	5.37	2.16	0.402	5.73	8.56	70	30	20	—	—	—	—
244	"	—	—	—	5.40	5.31	2.42	0.456	5.71	11.54	80	20	10	—	—	—	—
164	Bd	Ⅶ 1	5.2	2.3	7.54	5.61	2.51	0.447	3.15	7.39	65	35	15	—	—	—	—
216	Ch	—	—	—	8.83	5.53	2.09	0.378	3.78	6.88	30	70	30	—	—	—	—

3) 支 那 產 菜 種

165	O	Ⅶ 12	4.8	2.2	8.07	4.90	2.28	0.465	2.33	6.43	60	40	—	5	—	—	—
269	"	—	—	—	7.90	4.92	2.30	0.467	8.24	12.12	85	15	—	—	—	—	—
166	Az	Ⅶ 1	4.8	2.0	8.14	4.78	2.51	0.525	6.00	8.41	80	20	—	+	+	—	—
240	"	—	—	—	7.34	4.63	2.58	0.557	6.48	8.57	80	20	—	—	—	—	—
234	Bc	—	—	—	7.27	4.86	2.51	0.516	7.44	10.43	90	10	—	+	—	—	—

4) 雜 植 物

167	L	Ⅶ 2	5.2	2.0	9.07	5.18	2.04	0.394	0.68	7.20	20	80	15	—	5	—	—
168	Bj	Ⅶ 12	5.3	2.2	8.11	5.58	2.83	0.507	2.68	10.81	65	35	—	30	—	—	—
169	Cf	—	—	—	7.50	5.65	2.19	0.388	4.48	9.93	65	35	30	—	—	—	—

5) 印 度 產 雜 植 物

170	K	Ⅶ 2	4.8	2.0	8.76	4.92	2.55	0.518	3.74	10.56	85	15	—	—	—	—	—
171	Bm	" 2	4.5	2.0	8.35	5.65	2.11	0.373	4.59	10.19	30	70	30	—	—	—	—

B 夾雑物を混有するもの (續き)

定 成 績													
粕以外の夾雑物(雑植物油粕類に於ては混在物料)の名稱並に其の混在歩合(%)													
カボツ ク 粕	胡麻 粕	荳 油粕	芥子粕	ジャ ンバ 粕	亞麻 仁粕	蓖麻 子粕	ニガ ー粕	サフ ラワ ー粕	煎 米糠	雜 總量	種 <i>Asp Gal</i>	子 其 他	備考 其 他
—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	
—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	+	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	+	
—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—	+	
—	—	—	—	—	++	++	++	++	—	+	+	—	++計 5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	藥得+
+	—	—	—	—	10	—	5	5	—	+	+	—	
10	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	
—	20	5	+(褐)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	{ 40(白)	30	+	—	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	{ +(褐)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	<i>Che. Gra.</i>

油 粕 粉 末

—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	5	—	+	10	—	+	+	+	藥得+
+	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	+	藥得+
+	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	+	藥得+
—	—	—	—	—	10	—	+	+	—	+	+	+	藥得+
+	10	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	+	藥得+
+	—	—	—	—	10	—	+	+	—	+	+	+	藥得+
+	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	+	藥得+
+	5	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	+	藥得+
5	5	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	+	藥得+
—	5	—	—	—	—	—	++	—	—	++	+	+	++計 5
+	—	—	—	—	10	—	5	5	—	+	+	+	
40	+	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	

油 粕 粉 末

30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	5	<i>Sap. Mel.</i>	藥得+
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	5		藥得+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	20		藥得+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	20		桐油粕+
—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	5		藥得+

油 粕 粉 末

60	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	<i>Che. El-c. Vi-s.</i>	
—	+	—	—	—	+	—	5	—	—	+	+	—		
—	++	—	—	—	++	—	—	—	—	—	—	—	++計 5	

油 粕 粉 末

—	—	—	—	—	+	—	10	—	—	5	+	—	{ <i>El-c. Mel. Che. Vi-s. Sap. Mel. El-i. Che. Sap.</i>	製油廠並 5
—	15	—	—	—	10	—	5	—	—	5	+	—		

6) 再 製 雜 植 物

試料		製造		保證成分量		定 量 分 析 成 績							鑑				
						茶種		茶種油									
番號	製造者	年月	窒素	磷酸	水分	窒素全量	磷酸全量	窒素對磷酸比	土砂(鹽酸不溶解物)	粗脂肪	茶種粕	總量	落花生粕	棉實粕	大豆粕		
			%	%		%	%	%	%	%			%	%			
172	L	Ⅶ 1	5.2	2.0	8.93	5.32	1.79	0.336	1.29	6.62	10	90	30	—	—		
173	M	Ⅵ 7	5.2	2.0	8.07	5.54	2.25	0.406	1.60	9.29	20	80	20	—	—		
174	"	" 12	5.2	2.3	8.56	5.65	1.99	0.352	1.00	6.92	5	95	40	—	—		
175	O	Ⅶ 1	5.3	2.3	8.79	5.51	1.81	0.328	1.22	6.46	5	95	25	—	10		
176	Am	" 1	5.2	2.0	7.66	5.07	1.85	0.365	1.37	8.08	10	90	15	—	5		
177	An	" 1	5.2	2.0	8.81	5.21	2.27	0.436	2.04	7.20	30	70	20	—	—		
178	Au	" 1	5.0	2.0	8.55	5.25	2.36	0.450	2.61	8.40	60	40	5	—	—		
179	"	" 1	4.8	2.0	8.24	5.28	2.33	0.441	2.21	8.66	60	40	5	—	—		
180	"	" 1	5.0	2.0	8.33	5.32	2.44	0.459	2.74	8.48	60	40	5	—	—		
181	Aw	" 3	5.3	2.0	7.70	5.37	2.18	0.406	3.00	9.22	40	60	20	—	—		
182	Ba	Ⅵ 12	5.4	1.5	7.61	5.37	2.14	0.399	3.05	9.57	30	70	10	—	10		
183	Bd	—	—	—	7.75	5.44	2.50	0.460	4.00	7.92	55	45	10	—	—		
184	"	Ⅶ 2	5.3	2.3	7.97	5.54	2.50	0.451	2.96	7.24	80	20	15	—	—		
185	Bf	Ⅵ 10	5.6	2.0	7.83	6.48	2.09	0.323	3.04	7.25	35	65	50	—	—		
186	Bq	—	5.2	2.1	8.19	5.54	1.96	0.354	1.31	7.86	10	90	40	—	—		
187	"	Ⅶ 1	5.0	2.0	8.19	5.70	1.90	0.333	0.40	7.49	10	90	40	—	—		
188	Br	" 1	5.0	1.5	9.73	5.37	1.85	0.345	1.02	7.47	0	100	30	—	—		

7) 外 國 產 焙 蒸 雜

189	Ax	Ⅶ 11	5.2	2.0	8.47	5.23	2.40	0.459	1.66	6.21	45	55	5	20	—
190	Bc	" 12	5.0	2.0	8.16	5.14	2.08	0.405	1.65	7.56	20	80	10	5	—
191	"	Ⅶ 1	5.0	2.0	7.66	5.21	2.23	0.428	2.31	8.18	30	70	5	10	5
192	"	" 1	5.0	2.0	7.60	5.21	2.05	0.393	1.89	8.14	30	70	5	10	5
193	"	" 2	5.2	2.0	8.27	5.37	2.23	0.415	2.20	8.02	60	40	—	—	20
194	"	" 2	5.0	2.0	8.45	4.95	2.25	0.455	1.37	7.56	40	60	—	—	5
195	"	Ⅵ 12	5.0	2.0	7.79	4.88	2.22	0.455	1.35	7.38	20	80	10	+	—
196	"	" 11	5.2	2.0	8.23	4.88	2.21	0.453	1.42	8.47	20	80	—	10	—
197	"	Ⅶ 1	5.2	2.0	7.80	5.04	2.08	0.413	2.46	8.64	10	90	—	10	10
198	"	Ⅵ 12	5.0	2.0	7.94	5.11	2.17	0.425	1.40	12.07	25	75	10	5	—
245	"	—	—	—	6.34	5.00	2.25	0.450	1.88	9.52	35	65	—	—	10
246	"	—	—	—	7.31	5.04	2.21	0.438	1.74	8.23	35	65	—	—	5
254	"	—	—	—	7.09	4.96	2.16	0.435	2.35	10.23	35	65	—	—	10
199	Bd	Ⅵ 12	5.2	2.2	7.93	5.21	2.09	0.401	1.55	9.23	5	95	—	—	—

8) 印 度 產 焙 蒸 雜

200	Be	Ⅶ 1	5.2	2.0	8.02	5.28	2.08	0.394	3.32	9.50	15	85	20	—	—
201	"	" 2	5.0	2.0	7.99	5.25	2.02	0.385	3.96	8.98	15	85	20	—	—
202	"	Ⅵ 11	5.2	2.0	7.39	5.14	2.33	0.453	1.68	9.26	60	50	10	—	—

9) 調 合 雜 植 物

265	Be	—	—	—	8.85	5.02	2.05	0.408	1.60	7.04	15	85	—	—	20
266	"	—	—	—	9.61	5.25	2.42	0.460	1.46	8.34	40	60	10	—	10
267	"	—	—	—	11.16	4.95	2.25	0.455	1.75	4.55	40	60	—	—	10
271	O	—	—	—	11.28	5.16	2.04	0.395	1.27	7.94	25	75	—	—	10

油 粕 粉 末

定 成 績														備考
粕以外の夾雜物(雜植物油粕類に於ては混在物料)の名稱並に其の混在歩合 (%)														
カボツ ク 粕	胡麻 粕	荏 油粕	芥子粕	ジャ バ 粕	亞麻 仁粕	蓖麻 子粕	ニガ ー粕	サフ ラワ ー粕	煎 米糠	雜 種 子					其 他
										總量	Asp	Gal	其 他	其 他
60	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	Che.	麻實粕 5
30	20	—	—	—	—	5	+	—	—	—	+	—	—	
55	—	—	—	—	+	—	+	+	—	+	+	—	—	
60	—	—	—	—	+	—	+	+	—	+	+	—	Mel.	
60	—	—	—	—	+	10	+	—	—	+	+	—	El-c.	
50	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	Che.Sap.	++計 5 印度產 雜植物 粕を製 に粉碎 したもの
—	—	++	—	—	++	++	5	20	—	5	+	—	El-c. Che. Vis. Sap.	
—	—	++	—	—	++	++	5	20	—	5	+	—	" " " "	
—	—	++	—	—	++	++	5	20	—	5	+	—	" " " "	
—	—	—	—	—	40	—	+	—	—	+	+	—	—	
10	—	5	—	—	35	—	+	—	—	+	+	—	—	Sap. Sap. Che. Che.
+	—	20	—	—	5	—	+	10	—	+	+	—	—	
+	—	—	—	—	5	—	+	—	—	+	+	—	—	
—	+	—	—	+	5	+	10	—	—	+	+	—	—	
50	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	—	
50	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	—	
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

植 物 油 粕 粉 末

30	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	Che.Mel.	
45	—	—	—	—	10	—	+	10	—	+	+	—	—	
40	+	—	—	—	10	—	+	+	—	+	+	—	Leg.	
40	+	—	—	—	10	—	+	+	—	+	+	—	Leg.	
20	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	—	
50	—	—	—	—	5	—	+	+	—	+	+	—	Leg	
60	—	—	—	—	5	—	5	—	—	+	+	—	—	
70	—	+	—	—	+	—	+	+	—	+	+	—	—	
45	—	—	—	—	20	—	+	5	—	+	+	—	—	
50	—	—	—	—	10	—	+	+	—	+	+	—	—	
50	—	—	—	—	++	—	++	—	—	+	+	—	El-c.Sap.	++計 5
50	—	—	—	—	++	—	++	5	—	+	+	—	El-c.Sap.	++計 5
50	—	—	—	—	++	—	++	—	—	+	+	—	El-c.Sap.	++計 5
65	—	30	—	—	+	—	+	+	—	+	+	—	—	

植 物 油 粕 粉 末

50	5	—	—	—	10	—	+	+	—	+	+	—	Sap.	
50	5	—	—	—	10	—	+	+	—	+	+	—	Sap.	
40	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	Gra.	

油 粕 粉 末

60	—	—	—	—	++	—	++	—	—	+	+	—	Sap.Mel.Che.	++計 5
40	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	Sap.El-c.	
45	—	—	—	—	++	—	++	—	—	+	+	—	El-c.	++計 5
60	—	—	—	—	++	—	++	++	—	+	+	—	—	++計 5

II 輸 入 茶 種

1) 支 那 産

試料番號	輸入者	輸入年月 (昭和)	保成分 窒素 % 澱粉 %	定 量 分 析 成 績						鑑						
				水分 %	窒素 全量 %	澱粉 全量 %	窒素對 澱粉比	土砂 (鹽酸不溶解物) %	粗脂肪 %	茶種 粕 %	茶種粕以外の					
											總量	落花生粕	棉實粕	大豆粕	カボック粕	胡麻油粕
276	Av	Ⅶ 4	—	9.38	5.19	2.68	0.516	3.35	6.68	100	+	—	—	—	—	—
277	"	"	—	10.53	5.70	2.86	0.502	6.46	3.92	95	5	—	++	—	—	—
278	"	"	—	9.93	4.83	2.79	0.578	2.03	11.75	95	5	—	—	—	—	—
279	"	"	—	7.09	4.75	2.05	0.432	17.59	9.54	97	3	—	—	—	—	—
280	"	"	—	8.71	5.04	1.96	0.389	7.10	12.23	96	4	—	—	—	—	—
281	"	"	—	8.28	4.55	2.51	0.552	5.36	10.46	87	13	—	3*	—	—	—
282	"	"	—	10.94	5.02	2.42	0.482	8.10	3.86	95	5	—	—	—	—	—
283	"	"	—	7.47	6.42	2.78	0.433	3.54	7.50	+	100	—	—	—	—	100
284	"	"	—	8.37	5.46	2.80	0.513	1.37	9.68	100	+	—	—	—	—	—
285	"	"	—	8.55	4.85	2.79	0.575	5.58	6.78	97	3	—	3*	—	—	—
286	"	"	—	8.74	5.18	2.63	0.508	4.93	10.87	100	+	—	—	—	—	—
287	"	"	—	8.23	5.37	2.67	0.497	6.87	8.12	80	20	—	—	—	—	20
288	"	"	—	8.62	4.97	2.44	0.491	6.29	7.52	100	+	—	—	—	+	—
289	"	"	—	8.42	5.25	2.30	0.438	3.90	11.81	100	+	—	—	—	—	—
290	"	"	—	7.56	4.86	2.28	0.469	8.26	10.98	95	5	—	—	—	—	—

2) 南 米 産

230	Ch	—	—	7.71	5.10	2.46	0.482	0.38	10.72	90	10	+	—	—	—	—
272	An	—	—	9.96	5.54	1.91	0.345	0.05	9.00	100	+	—	—	—	—	—
273	Cn	—	—	10.19	5.54	1.91	0.345	0.05	9.92	100	+	—	—	—	—	—
275	Ci	—	—	11.59	5.09	2.32	0.456	0.29	12.04	100	+	—	—	—	—	—
291	Cj	Ⅶ 5	—	9.25	4.72	2.69	0.570	0.14	11.67	92	8	3*	—	—	—	—
292	"	"	—	8.37	5.35	2.46	0.460	0.13	11.83	100	+	+	—	—	—	—
293	"	"	—	6.98	4.91	1.69	0.344	2.58	10.37	70	30	5	—	—	—	—
294	"	"	—	8.62	5.15	2.13	0.414	0.13	12.54	92	8	3*	—	—	—	—
295	"	"	—	8.17	5.31	2.20	0.414	0.40	9.33	80	20	5	—	—	—	—
296	"	"	—	7.77	4.47	1.64	0.369	8.16	11.99	82	18	3*	—	—	—	—
297	"	"	—	8.37	5.15	2.02	0.392	0.75	10.72	85	15	5	—	—	—	—
298	"	"	—	8.63	5.16	2.00	0.388	1.05	10.69	87	13	5	—	—	—	—

3) 南 米 産 雜

270	Ch	—	—	9.51	5.44	1.70	0.313	0.18	10.77	80	20	5	—	—	—	—
-----	----	---	---	------	------	------	-------	------	-------	----	----	---	---	---	---	---

4) 浸 出 茶 種 油 粕

212	Ck	—	—	10.83	5.52	2.60	0.471	0.64	2.51	100	0	—	—	—	—	—
213	Cg	—	—	10.15	5.34	2.37	0.444	1.94	2.20	100	0	—	—	—	—	—
214	"	—	—	10.86	5.47	2.49	0.455	1.17	2.18	100	0	—	—	—	—	—
309	Cn	—	—	10.50	5.43	2.56	0.471	1.53	2.32	100	0	—	—	—	—	—
310	"	—	—	10.39	5.40	2.53	0.469	1.08	2.89	100	0	—	—	—	—	—
247	Cl	—	—	8.10	6.24	2.90	0.465	1.42	1.49	90	10	—	—	—	—	—

5) 印 度 産

224	Co	—	—	6.89	4.53	1.70	0.375	2.75	10.05	15	85	15	—	—	—	—
256	"	—	—	8.08	4.53	2.16	0.477	4.55	9.58	30	70	—	—	—	—	10
257	"	—	—	7.78	4.31	1.94	0.450	5.96	11.97	50	50	—	—	—	—	15
260	"	—	—	7.60	4.52	2.14	0.473	4.82	10.11	45	55	—	—	—	—	10
262	"	—	—	8.92	5.24	2.48	0.473	2.33	8.44	100	+	—	—	—	—	—
263	"	—	—	7.73	4.92	2.08	0.423	3.92	6.35	40	60	—	—	—	—	—

油 粕 類

菜 種 油 粕

定 成 績													備 考
夾 雜 物 (雜植物油粕類に於ては混在物料) の 名 稱 並 に 其 の 混 在 歩 合 (%)													
芥子 粕	ジャ ンバ 粕	亞 麻 仁 粕	蓖 麻 子 粕	ニ ガ ー 粕	サ ラ ー 粕	煎 米 糠	雜 種			子	其 他		
						總量	Asp	Gal	其	他			
-	-	-	-	-	-	+	-	+	++計 5		藥得+	藥付菜種粕	
-	-	-	+	-	-	+	-	+			藥得+	"	
-	-	-	-	-	-	+	-	+			◎藥得 5	"	
-	-	-	-	-	-	+	-	+	小 麥		◎藥得 3	"	
-	-	-	-	-	-	-	-	-			◎藥得 4	"	
-	-	-	-	-	-	10	-	10			藥得+	"	
-	-	-	-	-	-	-	-	+	(石炭殻) 5		藥得+	"	
-	-	-	-	-	-	-	-	-					
-	-	-	-	-	-	-	-	+			藥得+	藥付菜種粕	
-	-	-	-	-	-	-	-	+			藥得+	"	
-	-	-	-	-	-	-	-	+	小 麥				
-	-	-	-	-	-	-	-	+					
-	-	-	-	-	-	-	-	+					
-	-	-	-	-	-	-	-	+	小 麥		藥得+	藥付菜種粕	
-	-	-	-	-	-	-	-	+	(桐油粕) 5		藥得+	"	

菜 種 油 粕

-	-	10	-	-	-	-	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	+	-	-	-	-	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	+	-	-	-	-	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	+	-	-	-	-	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	5	-	-	-	+	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	-	-	-	-	+	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	10	-	-	-	15	-	-	5Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	5	-	-	-	+	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	15	-	-	-	+	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	15	-	-	-	+	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	10	-	-	-	+	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
-	-	8	-	-	-	+	-	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		

植 物 油 粕

-	-	10	-	-	-	-	5	-	Po-C.Rum.Sap.Che.		
---	---	----	---	---	---	---	---	---	-------------------	--	--

(英國產及濠洲產)

-	-	-	-	-	-	-	-	-			} 特に擧ぐ べき夾雜 物の混在 を認めず
-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	10	-	-	-	-	-	-			

菜 種 油 粕

-	-	15	-	+	50	-	+	+	El-c.Mel. 小麥 Sap.	製油澱渣 5	**
-	-	40	-	10	-	-	+	+	El-c.Vi-s. 「大麥、小麥	製油澱渣 5	
(モ-ラ)	-	10	-	5	-	-	10	+	El-c.5, Vi-s.Mel.Che.Erv.Sap.	製油澱渣 10	
粕)	-	30	-	10	-	-	+	+	Che.Mel.Vi-s.Sap.	製油澱渣 5	
-	+	-	-	+	-	-	+	+	Che.		
-	10	50	-	+	-	-	+	+	Mel. 小麥		**

6) 印度産雜植物油粕

試料番號	輸入者	輸入年月 (昭和)	保證成分 蜜素% 燐酸%	定量分析成績						鑑								
				水分 %	蜜素全量 %	燐酸全量 %	蜜素對 燐酸比	土砂 (鹽酸不溶解物) %	粗脂肪 %	菜種 粕 %	菜種粕以外の							
											總量	落花生 生粕	棉實 粕	大豆 粕	カボク 粕	胡麻 粕	在 油 粕	
220	Cs	—	—	8.32	5.21	2.28	0.438	3.62	9.92	75	25	—	—	—	—	—	—	
223	"	—	—	7.57	5.05	2.26	0.448	2.42	10.04	75	25	—	—	—	—	—	—	
225	"	—	—	7.66	5.12	2.53	0.494	3.50	9.28	80	20	—	—	—	+	—	—	
226	"	VI 12	—	7.83	5.07	2.37	0.467	2.76	11.33	85	15	—	—	—	—	—	—	
228	"	—	—	6.95	5.00	2.27	0.454	3.42	10.13	70	30	—	—	—	—	—	—	
229	"	—	—	6.71	5.49	2.68	0.488	1.84	8.71	85	15	—	—	—	—	—	—	
231	"	—	—	7.09	5.37	2.33	0.434	6.36	7.86	45	55	10	—	—	25	—	—	
235	Be	—	—	7.01	5.12	2.42	0.473	2.86	10.23	80	20	—	—	—	—	—	—	
236	"	—	—	7.29	5.14	2.58	0.502	3.09	9.56	90	10	—	—	—	—	—	—	
237	"	—	—	7.66	5.50	2.56	0.465	1.45	10.58	85	15	—	—	—	—	10	—	
241	Ct	VII 2	—	7.86	5.02	2.62	0.522	2.44	10.27	90	10	—	—	—	—	—	—	
248	Cs	—	—	6.82	5.32	2.56	0.481	2.16	8.66	85	15	—	—	—	—	—	—	
251	"	—	—	7.93	4.98	2.40	0.482	2.97	10.20	85	15	—	—	—	—	—	—	
252	"	—	—	8.84	4.70	2.14	0.455	3.13	11.38	45	55	—	—	—	—	5	—	
255	Bc	—	—	7.72	4.89	2.16	0.442	3.08	12.32	85	15	—	—	—	—	++	—	
259	Cs	—	—	9.14	4.97	2.46	0.847	2.72	10.15	80	20	—	—	—	—	—	—	
261	Ct	VII 4	—	7.96	4.87	2.51	0.515	2.41	10.53	90	10	—	—	—	—	++	—	
274	Cs	—	—	10.06	5.22	2.40	0.460	2.26	8.56	90	10	—	—	—	—	—	—	
299	Cp	VII 4	—	—	5.04	2.30	0.456	2.63	10.22	90	10	—	—	—	—	—	—	
300	"	" 5	—	—	5.42	2.55	0.470	2.51	8.23	90	10	—	—	—	—	—	—	
301	"	" 5	—	—	5.10	2.55	0.500	2.51	8.47	90	10	—	—	—	—	—	—	
302	Cq	" 6	—	—	4.99	2.32	0.461	3.36	10.82	75	25	—	—	—	—	—	—	
303	"	" 3	—	—	5.08	2.48	0.488	2.36	9.42	80	20	—	—	—	—	—	—	
304	Cr	" 6	—	—	5.42	2.54	0.469	1.62	8.94	60	40	—	—	—	—	—	—	
305	Cq	" 3	—	—	5.32	2.60	0.489	1.91	9.01	90	10	—	—	—	—	—	—	

6) 印度産雜植物油粕

219	Co	—	—	7.66	4.20	1.63	0.388	3.80	10.62	10	90	15	—	—	—	—	—	—
227	Cl	VII 1	—	6.85	5.23	2.40	0.459	2.96	10.28	10	90	—	—	—	—	20	—	—
249	Cs	—	—	7.09	4.45	2.16	0.485	7.10	11.91	55	45	—	—	—	—	10	—	—
250	"	—	—	7.71	5.00	2.49	0.498	2.28	12.44	85	15	—	—	—	—	—	—	—
253	Be	VII 4	—	7.71	4.70	2.14	0.455	4.35	12.36	40	60	—	—	—	—	—	—	—
258	Cs	—	—	9.70	4.92	2.56	0.520	2.42	11.75	80	20	—	—	—	—	5	—	—
306	Cu	VII 4	—	—	4.51	1.93	0.428	4.01	10.08	35	65	—	—	—	—	—	—	—
307	Cq	" 3	—	—	5.12	2.32	0.453	2.85	10.74	40	60	10	—	—	—	10	—	—
308	"	" 5	—	—	4.75	2.11	0.444	3.13	10.77	40	60	—	—	—	—	—	—	—

7) 印度

221	Cp	VI 11	—	7.76	5.09	2.33	0.458	2.50	10.43	75	25	5	—	—	—	—	—	—
233	"	VII 1	—	7.11	5.30	2.45	0.462	2.88	8.64	90	10	—	—	—	—	—	—	—
264	"	" 4	—	9.35	5.07	2.51	0.495	2.55	8.88	90	10	—	—	—	—	—	—	—
268	Cv	—	—	7.99	4.76	2.22	0.466	6.09	9.44	55	45	—	—	—	—	5 (モ—)	—	—

A エキスベラ 壓 搾 粕

定 成 績										備 考	
夾雜物(雜植物油粕類に於ては混在物料)の名稱並に其の混在歩合 (%)											
芥子 粕	ジャ ンバ 粕	亞麻 仁粕	蓖麻 子粕	ニガ ー粕	サブ ラフ ー粕	煎 米糠	雜 種 子				其 他
							總量	Asp	Gal	其 他	
-	5	10	-	-	-	10	5	-	El-c.Vi-s.Mel.	小麥 Sap.Che.	{ 過半黃色 菜 種
-	5	10	-	-	-	10	5	-	El-c.Vi-s.Mel.	小麥 Sap.Che.	
-	-	5	-	15	-	+	+	-	El-c.		
-	5	5	-	+	-	5	+	-	El-c.Vi-s.Vi-h.Sap.Che.	小麥	{ 過半黃色 菜 種
-	10	5	-	-	-	15	10	-	El-c.Mel.	小麥 Vi-s.Sap.Che.	
-	++	++	-	10	-	++	+	-	大麥	小麥 「小麥	
-	5	++	-	++	-	10	+	-	El-c.Mel.Vi-s.Ana.Che.Sap.		++計 5
-	++	10	-	++	-	5	+	-	El-c.Vi-s.Sap.Che.	小麥	++計 5
-	-	++	-	++	-	5	+	-	Vi-s.Mel.El-c.		++計 5
-	++	++	-	++	-	+	+	-	El-c.Sap.	小麥 Mel.	++計 5
-	5	+	-	5	-	+	+	-	Sap.Erv.	小麥 Vi-s.Che.	
-	-	+	-	10	-	5	+	-	El-c.Mel.Sap.Vi-s.		
-	+	-	-	10	-	5	+	-	El-c.Sap.Mel.Vi-s.Med.		
-	+	30	-	20	-	+	+	-	El-c.	小麥 Vi-s.	
-	+	++	-	5	-	5	+	-	El-c.Mel.Vi-s.	小麥 Sap.Che.	++計 5
-	-	10	-	5	-	5	+	-	El-c.Sap.Vi-s.	小麥 Mel.	
-	-	++	-	5	-	+	+	+	El-c.Che.		++計 5
-	++	++	-	++	-	5	+	-	El-c.Mel.Erv.Vi-s.Sap.Che.		++計 5
-	+	+	-	+	-	10	+	-	El-c.Vi-s.小麥 Sap.Mel.Che.Erv.		
-	+	+	-	-	-	10	+	-	El-c.小麥 Sap.Vi-s.Mel.Che.		{ 過半黃色 菜 種
-	-	+	-	10	-	+	+	-	El-c.Che.		
-	+	+	-	20	-	5	+	-	El-c.Vi-s Sap.	小麥 Mel.	
-	-	+	-	20	-	+	+	-	El-c.Sap.Mel.Che.		
-	+	30	-	+	-	10	+	-	El-c.小麥 Vi-s.Che.Sap.Mel.		**
-	+	+	-	-	-	10	+	-	El-c.Mel.Sap.Vi-s.Erv.Che.		過半黃色 菜種

B 普 通 品

-	-	-	-	+	70	-	+	+	-	Che.Mel.	製油澱渣 5	**
-	10	40	-	15	5	-	+	+	-	El-c.小麥		
-	-	-	-	15	-	-	5	+	-	El-c.Vi-s.Se-i.	製油澱渣15	
-	-	-	-	15	-	-	+	+	-	Mel.Che.Se-i.		
-	5	40	-	15	-	-	+	+	-	El-c.Mel.小麥 Vi-h.		
-	-	+	-	10	-	-	5	+	-	El-c.Mel.Vi-s.		
-	-	50	-	15	-	-	+	+	-	小麥、大麥 Sap.		
-	-	20	-	20	-	-	+	+	-	小麥 Vi-s.Sap.Mel.		
-	+	40	-	15	-	-	5	+	-	El-c.小麥 Vi-s.Erv.Che.		

粕

-	-	-	-	5	15	-	+	+	-	El-c.Vi-s.Mel.		普通品**
-	++	++	-	++	-	-	5	+	-	El-c.Vi-s.小麥 Che.Sap.	++計 5	エキスベラ粕
-	++	++	-	5	-	-	+	+	-	El-c.Che.小麥	++計 5	エキスベラ粕
-	-	20	-	5	-	-	+	+	-	El-c.大麥、小麥 Che.	製油澱渣15	兩者混合**

附表第一の註

- 1 **印の各試料は外觀、原料の品位乃至種類を異にせる二種又は二種以上の植物油粕塊の混合より成れるを認めたり。其詳細は次の如し。

試料 番號	混合せる植物 油粕塊の種類	混合 歩合 %	定量分析成績				混在物料の名稱並に混在歩合(%)							
			窒素 全量 %	磷酸 全量 %	土砂 (鹽酸 不溶解 物) %	菜種 粕	サフラ ー粕	落花生 粕	ニガ ー粕	亞麻 仁粕	雜 種子	其 他		
219	サフラワー粕を主體とせる塊	89	4.15	1.73	3.51	10	80	10	—	—	+			
	落花生粕を主體とせる塊	6	7.16	1.40	0.10	20	—	80	+	—	+			
	製油澱渣塊	5	—	—	9.18	+	—	+	—	—	+	(粗脂油	26.58%)	
221	菜種粕を主體とせる塊	70	5.48	2.39	—	93	—	—	7*	—	+			
	サフラワー粕を主體とせる塊	20	4.26	1.83	—	20	80	—	+	—	—			
	落花生粕、菜種粕を主體とせる塊	10	6.78	1.98	—	50	—	50	—	—	+			
224	サフラワー粕を主體とせる塊	70	4.11	1.70	2.92	20	70	5	+	5	+			
	亞麻仁粕落花生粕を主體とせる塊	25	5.79	1.93	1.40	10	—	45	+	45	+			
	製油澱渣塊	5	1.80	1.10	9.12	—	—	—	—	—	+	(粗脂油	20.78%)	
225	菜種粕、ニガー粕を主體とせる塊	55	5.18	2.50	—	70	—	—	30	—	+			
	菜種粕を主體とせる塊	45	5.02	2.62	—	90	—	—	+	10	+	胡麻粕+		
263	亞麻仁粕塊(A)	25	4.48	1.70	4.59	—	—	—	+	95	5			
	亞麻仁粕塊(B)	23	4.76	2.03	1.42	—	—	—	—	100	—			
	菜種粕塊	40	5.27	2.41	2.49	95	—	—	+	—	+	ジャンパ粕 5		
	ジャンパ粕、菜種粕主體とせる塊	12	6.09	2.42	1.82	20	—	—	10	—	+	ジャンパ粕 70		
268	菜種粕塊(エキスペラ壓搾粕)	58	5.37	2.48	2.32	95	—	—	5	—	+			
	粉狀部	42	4.01	1.66	10.28	(製油澱渣 35)	5	50	—	—	+	モーラー粕 10		
304	菜種粕を主體とせる塊	68	5.52	2.75	—	90	—	—	+	—	10			
	亞麻仁粕を主體とせる塊	32	5.20	2.10	—	—	—	—	—	90	10			

- 2 各試料中の土砂含量は鹽酸不溶解物として定量分析成績の欄に挙げたるを以て鑑定成績の欄にはその記載を省略せり。
- 3 鑑定成績欄中の菜種粕、落花生粕、棉實粕等は各菜種油粕、落花生油粕、棉實油粕等の略なり。
- 4 鑑定成績中の混在歩合に於て*印を附したる數字は推定せるものなり。また混在歩合中◎印を附したる藥程の數字は試料中より藥程を抽出して秤量したる概數を示す。
- 5 表中の略字及略符は次の如し。

Ana..... <i>Anagallis arvensis</i> L. (櫻草科)	Pol.....蓼科
Asp..... <i>Asphodelus tenuifolius</i> CAV. (百合科)	Rum..... <i>Rumex crispus</i> L. (蓼科)
Cha..... <i>Brassica arvensis</i> KTZE. (十字科)	Sap..... <i>Saponaria Vaccaria</i> L. (石竹科)
Che..... <i>Chenopodium album</i> L. (藜科)	Se-i..... <i>Setaria italica</i> BEAUV. (禾本科)
El-c..... <i>Eleusine coracana</i> GAERTN. (禾本科)	Set..... <i>Setaria</i> sp. (禾本科)
El-i..... <i>Eleusine indica</i> L. (禾本科)	Vi-s..... <i>Vicia sepium</i> L. (荳科)
Erv..... <i>Erum Lens</i> L. (荳科)	Vi-h..... <i>Vicia hirsuta</i> L. (荳科)
Gal..... <i>Galium Aparine</i> L. (茜草科)	芥子粕欄中
Gra.....禾本科	(白).....白芥子(<i>Brassica alba</i> BOISS.)
Leg.....荳科	(黒).....黒芥子(<i>Brassica nigra</i> KOCH.)
Med..... <i>Medicago lupulina</i> L. (荳科)	(褐).....褐色芥子(<i>Brassica Besseriana</i> ANDR.)
Mel..... <i>Melilotus</i> sp. (荳科)	+混在少量にして特に計上し難きもの
Pan..... <i>Panicum</i> sp. (禾本科)	++.....混在少量なるも數種合算して計上し得るもの
Po-C..... <i>Polygonum Convolvulus</i> L. (蓼科)	

附表第二 保証成分量に對する分析成分量の過不足に関する調査成績

其一 保証成分量に對する分析成分量の過不足點數

供 試 品 名	調査點數	成分不足	窒素のみ	磷酸のみ	窒素磷酸共	不足點數 合 計
		なきもの 點數(%)	不足せる 點數(%)	不足せる 點數(%)	に不足せる 點數 (%)	
菜 種 油 粕、同 粉 末	150	102(68)	18(12)	27(18)	3 (2)	48(32)
内、夾雜物なきもの	85	63(74)	15(18)	7 (8)	—	22(26)
夾雜物混有するもの	65	39(60)	3 (5)	20(31)	3 (5)	26(40)
再製菜種油粕粉末	10	4	—	6	—	6(60)
支那産菜種油粕粉末	2	1	1	—	—	1
菜 種 油 粕 類 合 計	162	107(66)	19(12)	33(20)	3 (2)	55(34)
雜 植 物 油 粕 粉 末	2	1	1	—	—	1
印度産雜植物油粕粉末	2	2	—	—	—	—
再製雜植物油粕粉末	16	9(56)	1 (6)	5(31)	1 (6)	7(44)
外國産焙煎雜植物油粕粉末	11	6(55)	4(36)	1 (9)	—	5(46)
印度産焙煎雜植物油粕粉末	3	2	1	—	—	1
雜 植 物 油 粕 類 合 計	34	20(59)	7(21)	6(18)	1 (3)	14(41)
總 計	196	127(65)	26(13)	39(20)	4 (2)	69(35)

註 ()内の數字は調査點數に對する割合を示す。

其二 保証成分量に對する分析成分量の過不足量

1) 菜 種 油 粕、同 粉 末

(A) 夾雜物を混有せざるもの

窒 素 全 量							磷 酸 全 量								
保證 成分 量 %	點 數	過 剩			不 足			保證 成分 量 %	點 數	過 剩			不 足		
		點 數	平均 (+) %	最多 (+) %	點 數	平均 (-) %	最多 (-) %			點 數	平均 (+) %	最多 (+) %	點 數	平均 (-) %	最多 (-) %
5.5	4	4	0.30	0.39	—	—	—	2.6	8	5	0.06	0.12	3	0.03	0.07
5.4	26	18	0.14	0.40	8	0.08	0.22	2.5	22	19	0.16	0.36	3	0.14	0.19
5.3	24	19	0.19	0.76	5	0.25	0.54	2.4	2	2	0.20	0.33	—	—	—
5.2	17	17	0.26	0.64	—	—	—	2.3	29	29	0.27	0.44	—	—	—
5.1	2	2	0.25	0.31	—	—	—	2.2	12	11	0.42	0.71	1	0.09	0.09
5.0	12	10	0.48	0.91	2	0.04	0.05	2.1	2	2	0.22	0.35	—	—	—
計	85	70	0.24	0.91	15	0.13	0.54	2.0	10	10	0.47	0.87	—	—	—
								計	85	78	0.27	0.87	7	0.08	0.19

(B) 夾雜物を混有するもの

5.5	1	1	0.20	0.20	—	—	—	2.7	2	—	—	—	2	0.18	0.26
5.4	22	19	0.17	0.42	3	0.12	0.17	2.6	8	4	0.08	0.12	4	0.11	0.18
5.3	25	22	0.16	0.43	3	0.07	0.10	2.5	11	5	0.15	0.35	6	0.10	0.17
5.2	14	14	0.35	0.55	—	—	—	2.4	2	—	—	—	2	0.08	0.12
5.0	3	3	0.47	0.70	—	—	—	2.3	30	23	0.16	0.43	7	0.11	0.37
計	65	59	0.23	0.70	6	0.10	0.17	計	65	42	0.16	0.49	23	0.11	0.37
								2.0	7	5	0.20	0.36	2	0.10	0.10
								計	65	42	0.16	0.49	23	0.11	0.37

其二 保證成分量に對する分析成分量の過不足量 (續き)

2) 再製菜種油粕粉末

窒 素 全 量								磷 酸 全 量							
保證 成分 量 %	點數	過 剩			不 足			保證 成分 量 %	點數	過 剩			不 足		
		點數	平均 (+) %	最多 (+) %	點數	平均 (-) %	最多 (-) %			點數	平均 (+) %	最多 (+) %	點數	平均 (-) %	最多 (-) %
5.2	10	10	0.40	0.83	—	—	—	2.3	1	1	0.21	0.21	—	—	—
								2.2	8	2	0.12	0.16	6	0.18	0.31
								2.0	1	1	0.16	0.16	—	—	—
								計	10	4	0.15	0.21	6	0.18	0.31

3) 支那產菜種油粕粉末

4.8	2	1	0.10	0.10	1	0.02	0.02	2.2	1	1	0.08	0.08	—	—	—
								2.0	1	1	0.51	0.51	—	—	—

4) 雜植物油粕粉末

5.3	1	1	0.28	0.28	—	—	—	2.2	1	1	0.63	0.63	—	—	—
5.2	1	—	—	—	1	0.02	0.02	2.0	1	1	0.04	0.04	—	—	—

5) 印度產雜植物油粕粉末

4.8	1	1	0.12	0.12	—	—	—	2.0	2	2	0.33	0.55	—	—	—
4.5	1	1	1.15	1.15	—	—	—								

6) 再製雜植物油粕粉末

5.6	1	1	0.88	0.88	—	—	—	2.3	3	1	0.20	0.20	2	0.40	0.49
5.4	1	—	—	—	1	0.03	0.03	2.1	1	—	—	—	1	0.14	0.14
5.3	3	3	0.17	0.24	—	—	—	2.0	10	7	0.27	0.44	3	0.15	0.21
5.2	6	5	0.25	0.45	1	0.13	0.13	1.5	2	2	0.50	0.64	—	—	—
5.0	4	4	0.41	0.70	—	—	—	計	16	10	0.31	0.64	6	0.23	0.49
4.8	1	1	0.48	0.48	—	—	—								
計	16	14	0.34	0.88	2	0.08	0.13								

7) 外國產焙熟雜植物油粕粉末

5.2	5	3	0.07	0.17	2	0.24	0.32	2.2	1	—	—	—	1	0.11	0.11
5.0	6	4	0.17	0.21	2	0.09	0.12	2.0	10	10	0.19	0.40	—	—	—
計	11	7	0.13	0.21	4	0.16	0.32	計	11	10	0.19	0.40	1	0.11	0.11

8) 印度產焙熟雜植物油粕粉末

5.2	2	1	0.08	0.08	1	0.06	0.06	2.0	3	3	0.14	0.33	—	—	—
5.0	1	1	0.25	0.25	—	—	—								

註 I 菜種油粕、同粉末中10點、再製菜種油粕粉末中3點、支那產菜種油粕粉末中3點、雜植物油粕粉末中1點、再製雜植物油粕粉末中1點、外國產焙熟雜植物油粕粉末中3點及び調合雜植物油粕粉末(各點共)合計25點には保證成分量の記載なきを以て調査をなさず。

II 輸入菜種油粕類には保證成分量の記載なきもの多きを以て調査を省略せり。

シアナミツド誘導化合物並に之等を含有 する石灰窒素變性肥料の肥效に就て

技 師 林 義 三
小 畑 秀 雄

緒 言

著者の一人(林)は前報[4]に於て石灰窒素を原料として製造せる肥料の窒素化合物の形態を調査しデシアンチアミツド、尿素、グアニルウレア、グアニジン等のシアナミツド誘導化合物を検出定量し石灰窒素の變性條件に基きて之等化合物の成因を推論せり。本報に於ては尿素以外のシアナミツド誘導化合物並に石灰窒素變性肥料の肥效に關し大麥及び水稻に就き施行したる植木鉢試験の成績を記述せんとす。

先づ石灰窒素變性肥料の肥效を査定せんが爲めには該肥料中に含まるる各種シアナミツド誘導化合物の肥效を知らざるべからず。從來の文献に徴するに尿素以外のシアナミツド誘導化合物は概して植物の生育に對し直接に障害作用を呈するのみならず、又土壤の硝化作用を抑制する性質を有するを以て畑作物に對しては間接に障礙を及ぼすと云ふ。然るにデシアンチアミツド以外は研究成績少なく、殊にグアニジンに關しては實際に作物を栽培せる土耕試験成績なきを以て尙ほ之等シアナミツド誘導化合物の肥效を充分に調査するの必要あり。前報に於て述べたる如く之等シアナミツド誘導化合物は石灰窒素の變性肥料に於て窒素の一部として含有せらるるに過ぎずして概ねアンモニア性及び尿素性窒素の如き速效性窒素と共存するを以て單にシアナミツド誘導化合物を施用せる土耕試験のみにて此種肥料の肥效を判定する事は不充分なり。

茲に於て著者等はシアナミツド誘導化合物を單獨に施用し作物の生育に及ぼす影響を觀察する外更に硫酸アンモニアの窒素の一部を之等シアナミツド誘導化合物にて置換し兩者併用の窒素の肥效を査定すると同時に石灰

窒素の變性肥料にして特にグアニルウレア又はデシアンチアミツド性窒素を多量に含むものの肥效に關し大麥及び水稻を供試作物として試験を施行せり。尙ほ前記の如くシアナミツド誘導化合物中には硝化作用を阻礙するものあるを以て、大麥試験に於ては各種シアナミツド誘導化合物を硫酸アンモニアに於けると同様硝酸曹達と併用し、其場合の窒素の肥效を硫酸アンモニア併用の場合と比較調査せり。以下試験成績を逐次記載せんとす。

供 試 材 料

供試せるシアナミツド誘導化合物は次に示すが如きもグアニルウレアは硫酸グアニルウレアを使用し、グアニチンは炭酸グアニチンを用ひたり。尙ほチオ尿素は前報に於て存在を認めざりしもシアナミツドより化學的處理により容易に誘導せらるるを以て試料の一に加へたり。之等シアナミツド誘導化合物並に石灰窒素變性肥料の窒素成分量を示せば次の如し。

	分析結果による N %	理論的計算による N %	備 考
デシアンチアミツド	66.33	66.66	Merck 製
硫酸グアニルウレア	33.06	33.13	Kahlbaum 製
炭酸グアニチン	45.07	46.66	Kahlbaum 製
チ オ 尿 素	36.66	36.81	Takeda 製
變性石灰窒素 A	7.71	(グアニルウレア性窒素 2.00 %)	
” ” B	2.70	(デシアンチアミツド性窒素 1.19 %)	

大麥に對する試験

第一 シアナミツド誘導化合物を單用並に硫酸

アンモニアと併用せる場合の肥效試験

(昭和四年十一月—昭和五年五月施行)

本試験に於ては面積五萬分一段歩の陶製植木鉢に荒川沖積土 2.5 珎を填充せるもの四鉢宛を以て一區とせり。試験區は對照として無窒素區と硫酸アンモニア 2 區を置きシアナミツド誘導化合物の單用各 2 區宛及び之等を硫酸アンモニアと併用せるもの 16 區 (各シアナミツド誘導化合物の窒素の割合は併用全窒素量の $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$) 合計 27 區を設けたり。而して一鉢當りの窒素施用量は單用區にありては窒素として 0.25 瓦(多量區)と 0.125 瓦(少量區)とし、併用區は 0.25 瓦を以てせり。供試窒素化合物は昭和四年

十一月二十四日水溶液にて與へ土壤全體と良く混濁し、十一月二十五日磷酸(P_2O_5)及び加里(K_2O)を夫々磷酸二曹達及び硫酸加里にて一鉢當り0.25瓦宛施用し再び混和せり。尙ほ耕種方法等は第一表の註に記載せるが如し。

第一表 シアナミッド誘導化合物を單用並に硫酸アンモニアと併用せる場合の肥效試験成績

Table I. Results of Pot Experiments with Cyanamide Derivatives and $(NH_4)_2SO_4$ containing graduated Percentage of these Derivatives. 大麥(品種三德) Barley (variety *Santoku*)

試験區別 Treatments	試験區番號	一鉢當りN N applied per Pot. (gr)		生 育 Growth V 10		穂摘期 月 日 Date of Head- ing	風乾收穫物量 (一鉢當り平均) Air dry Weight of Yield (Ave. per Pot)			無Nに對 する増收率 Relative Increase of T. Amt. of Crops for Cont- rol
		No. of Exps.	Cyan- amide Deriv- atives	Amm. Sul- phate	草丈 Length of Tops cm	莖數 No. of Stems	子實 Grain gr	稈 Straw gr	全收量 Total Amt. of Crops gr	
無 窒 素 No N.	1	0.0	0.0	17	5	V 1	0.5	0.9	1.5	—
硫 酸 アンモニア Ammonium Sulphate	2	0.0	0.25	52	5	IV 26	7.3	6.8	14.6	100
	3	0.0	0.125	35	5	" 23	3.3	4.1	7.5	46
ヂシアンヂアミッド Dicyandiamide	4*	0.25	0.0	14	7	V 12	0.4	0.6	1.1	-3
	5*	0.125	0.0	16	8	" 8	0.5	0.8	1.4	-1
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	6	0.0125	0.2375	51	5	IV 24	7.1	5.8	13.1	89
	7	0.025	0.225	46	5	" 23	6.2	5.1	11.5	76
	8	0.05	0.20	43	5	" 24	5.8	4.3	10.3	67
グアニルウレア Guanylurea	9	0.125	0.125	27	5	" 28	2.0	2.6	4.8	25
	10*	0.25	0.0	46	5	V 2	5.2	3.0	8.4	53
	11*	0.125	0.0	36	5	IV 29	3.7	2.5	6.5	38
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	12	0.0125	0.2375	51	5	" 26	8.0	7.0	15.5	107
	13	0.025	0.225	50	5	" 25	8.1	6.5	15.1	104
	14	0.05	0.20	51	5	" 26	8.0	6.3	15.0	103
グアニジン Guanidine	15	0.125	0.125	44	5	" 26	6.8	5.0	12.2	82
	16*	0.25	0.0	45	2	VI 5	1.8	2.5	4.7	24
	17*	0.125	0.0	36	5	V 26	3.1	2.8	6.4	37
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	18	0.0125	0.2375	50	5	IV 25	7.0	6.6	14.1	96
	19	0.025	0.225	51	6	" 26	7.3	6.6	14.4	98
	20	0.05	0.20	49	5	" 30	7.1	6.0	13.6	92
チ オ 尿 素 Thiourea	21	0.125	0.125	47	9	V 25	6.8	7.3	14.2	97
	22*	0.25	0.0	48	7	" 12	6.5	6.4	13.4	91
	23*	0.125	0.0	29	5	" 4	2.4	4.0	6.5	38
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	24	0.0125	0.2375	50	5	IV 25	7.3	6.1	13.9	95
	25	0.025	0.225	49	5	" 25	6.9	6.3	13.7	93
	26	0.05	0.20	49	5	" 24	7.2	5.9	13.6	92
	27	0.125	0.125	47	5	" 26	7.4	6.9	14.7	101

[註] 播種—昭和4年11月27日に一鉢10粒宛、但し12月29日に間引して五本とす。

收穫—昭和5年5月31日、但し*印は6月30日。

増收率は硫酸アンモニア0.25瓦區の増收量を100とせるもの。

Note: Date of Sowing—Nov. 27th, 1929. Date of harvest—May 31 st, 1930(*—June 30th).

生育(調査の最終の分)並に收量調査成績は第一表に示すが如きも發芽及び生育中の狀況に就き觀察せる事項を記述すれば次の如し。

發芽狀況 チオ尿素多量區は他區に比し明らかに發芽遲滯せるも其他の各區は播種後7日目より發芽し12日目に一樣に發芽を完了せり。

生育狀況 シアナミツド誘導化合物の單用並に硫酸アンモニア併用の場合を包括し次の各項に分ちて述べんとす。

1) デシアンヂアミツド區 硫酸アンモニア併用區の内デシアンヂアミツドの施用量少なき6區は對照の硫酸アンモニア多量區に近き生育を遂げたるもその施用量多きに従ひ生育不良にして、單用區の生育は無窒素區に劣り出穂期も遲延せり。併用區の8, 9區並に單用區は發芽後2週日頃葉の尖端に白色結晶物現はれ、爾後一週日にして葉尖は枯れたり。

2) グアニルウレア區 單用區の植物は生育の初めに當り僅かに葉尖部枯れたり。生育は初め不良にして無窒素區に劣りたるも漸次回復し三月上旬に至り之を凌駕するに至れり。硫酸アンモニア併用區にありては特記すべき障害を認めず、15區以外は硫酸アンモニア多量區と殆んど等しき生育を遂げたり。

3) グアニジン區 單用區及び硫酸アンモニア併用區の内グアニジンの施用量多き21區は特に生育不良にして發芽後二週日頃莖部の地面に接する部分より黄變し多量單用區にありては枯死するものあり。而して之等各區の植物は四月上旬まで生育不良なりしも四月下旬に至り生育旺盛となり出穂は遲延せざりしも穂揃ひとなるまでに長時日を要し、殊に多量單用區に於ては出穂し始めてより一ヶ月を経過するも尙ほ穂揃ひに至らず、成熟著しく遲延せり。然れども少量併用區は略々對照の硫酸アンモニア多量區と同様の生育を遂げたり。

4) チオ尿素區 單用區の植物は生育の初期に於て葉色著しく黄變したれども枯死するものなく四月上旬より漸次生育を回復せり。硫酸アンモニア併用區の植物は何れも障害を認めざりき。

收量 第一表に示せる收量調査成績により其結果を述べれば次の如し。

供試シアナミツド誘導化合物の單用區中收量最も多きはチオ尿素區にして、グアニルウレア區及びグアニジン區之に亞ぎ、デシアンヂアミツド區は最も少く無窒素區に劣れり。次に併用區に就きて見るに最少の收量を示せるはデシアンヂアミツド區にしてグアニジン及びチオ尿素區は共に對照

の硫酸アンモニア多量區に近き收量を挙げたり。グアニルウレア區は等量併用區に於てグアニジン及びチオ尿素區に劣れるも少量併用區の收量は反つて硫酸アンモニア多量區に優れり。

第二　デシアンヂアミツドを硫酸アンモニア又は 硝酸曹達と併用せる場合の肥效比較試験

(昭和四年十一月—昭和五年五月施行)

デシアンヂアミツドが土壤の硝化作用を阻碍することは一般に認めらるる所なるが、これを硫酸アンモニアと併用する場合デシアンヂアミツドはその硝酸化成を妨げ従つて硫酸アンモニアの肥效を減少するものと推考せらるるを以て此の關係が大麥作の生育並に收量に如何に現はれるかを知らんと欲し試験第一と同時に本試験を施行したり。

本試験に於ては面積二萬分之一的段歩の陶製植木鉢に荒川沖積土15匁を填充せり。試験區はデシアンヂアミツドを硫酸アンモニア又は硝酸曹達と併用せるもの各6區宛（デシアンヂアミツドの窒素の割合は施用全窒素量の $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$ とす）と更に無窒素區の外硫酸アンモニア、硝酸曹達及びデシアンヂアミツドの單用各2區宛並にデシアンヂアミツドを多量に含む變性石灰窒素(B)の單用1區合計20區を設け、一區四鉢宛を用ひて試験せり。窒素の施用量は一鉢に對し單用區は窒素として1.0瓦(多量區)及び0.5瓦(少量區)、併用區は1.0瓦宛とせり。窒素質肥料は昭和四年十月三十日に施用し、磷酸及び加里は一鉢當り1.5瓦宛を十一月二日に施せり。尙ほ試験に關する耕種方法等は第二表の註に記載せり。

試験成績は第二表に示せるも發芽及び生育狀況に就き觀察せる事項は次に示すが如し。

發芽狀況　　デシアンヂアミツドは試験第一に於けると同様大麥の發芽に對し障害なく、各區一様に播種後5日目乃至11日目に發芽を了せり。

生育狀況　　デシアンヂアミツドの硫酸アンモニア又は硝酸曹達併用區の内施用全窒素量の $\frac{1}{10}$ 乃至 $\frac{1}{2}$ をデシアンヂアミツドにて給與せる區並に單用區の葉の尖端は試験第一に於ける如き白色結晶物現はれたる後枯死せり。一般に硝酸曹達併用區は硫酸アンモニア併用區より生育良好にして葉色濃緑なり。而して硝酸曹達併用區の葉色は對照の硝酸曹達區と殆んど差

異なきも、硫酸アンモニア併用區の葉色は對照の硫酸アンモニア區より著しく綠色淡きことを認めたり。

收量 收量調査成績は第二表に示すもその概略を述べれば次の如し。

デシアンジアミツド單用區の收量は無窒素區に稍々優り、多量區は少量區より減收を示せり。硫酸アンモニア併用區の收量は何れも硫酸アンモニア多量區より少く、之に反し硝酸曹達區は18區及び19區が對照の硝酸曹達區に劣れる外は何れも多し。

尙ほ變性石灰窒素(B)の生育及び收量に就きて述べれば生育の當初葉の尖端は白色結晶物現はれたる後枯れたり。生育は不良にして葉色淡く收量は對照の硫酸アンモニア區に比し著しく少し。

第二表 デシアンジアミツドを硫酸アンモニア又は硝酸曹達と

Table II. Results of Pot Experiments with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ or NaNO_3

試 験 區 別 Treatments	試験區 番 號 No. of Exps.	一鉢當り N 施用量 N applied per Pot gr Dicyandiamide & Degenerated Cal. Cyanamide (NH_4) ₂ SO ₄ or NaNO ₃	生 育			
			III 15		IV 9	
			草 丈 Length of Tops cm	莖 數 No. of Stems	草 丈 Length of Tops cm	莖 數 No. of Stems
無 窒 素 No Nitrogen	1	0.0	15	22	26	8
	2	0.0	30	64	48	33
硫酸アンモニア Amm. Sulphate	3	0.0	23	47	43	18
	4	0.0	30	66	49	37
硝 酸 曹 達 Sodium Nitrate	5	0.0	25	53	45	25
	6	1.0	14	19	24	8
デシアンジアミツド Dicyandiamide	7	0.5	24	19	24	8
	8	0.01	28	58	47	31
	9	0.02	28	58	46	31
	10	0.05	27	55	45	30
デシアン + 硫酸アンモニア デアミツド + 硫酸アンモニア Dicyandiamide + Amm. Sulphate	11	0.10	25	45	45	29
	12	0.20	24	44	43	25
	13	0.50	21	41	41	19
	14	0.01	32	69	51	41
デシアン + 硝酸曹達 デアミツド + 硝酸曹達 Dicyandiamide + Sod. Nitrate	15	0.02	31	69	51	41
	16	0.05	30	67	50	40
	17	0.10	30	62	49	37
	18	0.20	27	62	48	34
變 性 石 灰 窒 素 B Degenerated Calcium Cyanamide B	19	0.50	25	49	44	20
	20	1.0	18	27	38	15

〔註〕 播種—昭和4年11月6日に一鉢15粒宛、但し12月7日に間引して8本とす。

收穫—昭和5年5月22日、但し11は5月30日、4及び5は6月11日。

第三 シアナミツド誘導化合物を單用並に硫酸アンモニア又は硝酸曹達と併用せる場合の肥效試験

(昭和五年十一月—昭和六年六月施行)

試験第一に於ては五萬分之一段歩の植木鉢を用ひて試験せるも本試験に於ては二萬分之一段歩の陶製植木鉢を使用しシアナミツド誘導化合物が大麥の生育に及ぼす影響を更に調査し、尙ほ試験第二に於てデシアンチアミツドを硫酸アンモニア又は硝酸曹達と併用せる場合に於て窒素の肥效に差異あるを認めたるにより試験第二と同一目的を以てシアナミツド誘導化合物の硫酸アンモニア又は硝酸曹達併用區を設け試験を行ひたり。

試験區は對照として無窒素區の外硫酸アンモニア及び硝酸曹達の單用各

併用せる場合に於ける肥效比較試験成績 大麥 (品種 三徳)
containing graduated Percentage of Dicyandiamide. Barley (variety *Santoku*)

Growth		穂 摘 期 月 日 Date of Heading	風乾收穫物量(一鉢當り平均) Air dry Weight of Yield (Ave. per Pot)			無Nに對する增收率 (硫酸1瓦區を100とす) Relative Increase of Total Amt. of Crops for Control
草 丈 Length of Tops cm	莖 數 No. of Stems		子 實 Grain gr	稈 Straw gr	全 收 量 Total Amt. of Crops gr	
33	8	IV 18	5.2	4.8	10.5	—
57	29	" 18	33.3	34.8	71.4	100
54	15	" 16	16.9	19.0	37.6	44
55	30	" 17	34.1	35.5	73.1	103
54	20	" 16	22.0	24.5	48.7	63
34	14	" 19	6.1	7.2	14.1	6
32	16	" 19	8.8	7.8	17.3	11
56	27	" 18	33.1	30.2	66.7	92
56	23	" 18	31.1	29.9	64.5	89
55	24	" 19	31.1	27.6	62.1	85
55	25	" 19	30.5	27.5	61.5	84
55	19	" 18	24.6	22.0	49.4	64
53	13	" 17	21.8	15.1	38.8	46
59	35	" 17	40.7	38.7	82.7	119
59	35	" 17	36.5	38.1	78.4	111
55	34	" 17	35.9	37.7	77.1	109
55	31	" 16	34.5	37.2	75.2	106
55	29	" 16	32.8	34.0	70.0	98
53	17	" 16	21.8	21.5	45.3	57
49	11	" 16	19.5	14.3	35.1	40

Note: Date of sowing—Nov. 6 th, 1929. Date of Harvest—May 22 nd, 1930
(11—May 30 th, 4, 5—June 11th).

第三表 (A) シアナミツド誘導化合物を單用並に硫酸アンモニア又は硝酸曹達と併用せる

Table III (A) Results of Pot Experiments with Cyanamide Derivatives and graduated Percentage of these Derivatives. Barley (*Santoku*)

試験區別 Treatments	試験區 番 號 No. of Exps.	鉢當りN施用量 N applied per Pot gr		生 育 Growth				穗 摘 期 月 日 Date of Heading
		C. D. D. C.	(NH ₄) ₂ SO ₄ & NaNO ₃ Ca CN ₂	草 丈 Length of Tops cm	數 莖 No. of Stems	草 丈 Length of Tops cm	莖 數 No. of Stems	
無窒素 No Nitrogen	1	0.0	0.0	18	32	39	8	IV 26
硫酸アンモニア Ammonium Sulphate	2	0.0	1.0	36	85	64	28	" 27
	3	0.0	0.9	37	71	64	23	" 27
	4	0.0	0.8	36	73	65	24	" 26
	5	0.0	0.5	30	59	63	15	" 25
硝 酸 曹 達 Sodium Nitrate	6	0.0	1.0	35	74	64	35	" 26
	7	0.0	0.9	35	68	65	31	" 25
	8	0.0	0.8	35	77	64	28	" 25
石 灰 窒 素 Ca. Cyanamide	9	0.0	0.5	30	67	60	20	" 25
	10	0.0	1.0	32	67	64	26	" 25
ヂアンヂアミツド Dicyandiamide	11※	1.0	0.0	17	28	37	9	" 25
	12※	0.5	0.0	16	24	36	8	" 25
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	13	0.1	0.9	29	65	59	21	" 27
	14	0.2	0.8	26	65	59	19	" 25
	15	0.5	0.5	25	58	57	12	" 24
" + 硝 酸 曹 達 " + Sod. Nitrate	16	0.1	0.9	32	77	63	34	" 26
	17	0.2	0.8	33	74	62	30	" 26
	18	0.5	0.5	28	66	59	18	" 27
グアニルウレア Guanylurea	19	1.0	0.0	18	25	46	16	" 26
	20	0.5	0.0	19	24	48	14	" 26
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	21	0.1	0.9	31	74	61	22	" 26
	22	0.2	0.8	31	72	60	21	" 26
	23※	0.5	0.5	27	60	58	16	" 26
" + 硝 酸 曹 達 " + Sod. Nitrate	24	0.1	0.9	35	75	65	32	" 26
	25	0.2	0.8	35	73	63	27	" 27
	26※	0.5	0.5	29	65	62	19	" 27
グ ア ニ デ ン Guanidine	27	1.0	0.0	—	—	—	—	—
	28	0.5	0.0	15	12	62	14	V 15
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	29	0.1	0.9	34	82	66	29	IV 26
	30	0.2	0.8	34	79	64	32	" 27
	31	0.5	0.5	8	10	65	18	V 26
" + 硝 酸 曹 達 " + Sod. Nitrate	32	0.1	0.9	33	80	68	34	IV 26
	33	0.2	0.8	35	62	66	31	" 27
	34	0.5	0.5	13	14	64	13	V 24
チ オ 尿 素 Thiourea	35	1.0	0.0	9	13	60	19	" 19
	36	0.5	0.0	27	56	57	23	IV 29
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	37	0.1	0.9	34	77	64	29	" 25
	38	0.2	0.8	35	74	65	29	" 25
	39	0.5	0.5	33	71	67	36	" 28
" + 硝 酸 曹 達 " + Sod. Nitrate	40	0.1	0.9	35	81	67	38	" 28
	41	0.2	0.8	34	82	67	37	" 28
	42※	0.5	0.5	32	66	68	34	V 1
變性石灰窒素 A Degenerated Cal. Cy. A	43	1.0	0.0	31	67	60	23	IV 26
	44	0.5	0.0	27	55	59	11	" 25

〔註〕 播種—昭和5年11月14日に一鉢15粒宛、但し12月26日に間引して八本とす。

收穫—昭和6年6月1日、但し※印は6月6日。

Note: Date of sowing—Nov. 14 th, 1930. Date of harvest—June 1st, 1931 (marks ※—June 6th)

C.D.……シアナミツド誘導化合物 Cyanamide Derivatives.

D.C.……變性石灰窒素 Degenerated Calcium Cyanamide.

場合に於ける試験成績 大麥 (品種 三穗)

with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ or NaNO_3 containing

第三表 (B) 殘效試験成績 水稻

Table III (B) Experiments for Residual Crop—Paddy Rice

風乾收穫物量 (一鉢當り平均) Air dry Weight of Yield (Ave. per Pot)			無N區に對 する増收率 Relative Increase of T. Amt. of Crops for Control 麥	窒 素 吸收率 Nitro- gen Ava- ilability	生育 Growth X 27		風 乾 收 穫 物 量 (一鉢當り平均) Air dry Wt. of Yield		
子 實 Grain gr	稈 Straw gr	全 收 量 Total Amt. of Crops gr			草 丈 Length of Tops cm	莖 數 No. of Stems	粗 Grain gr	藥 Straw gr	全收量 Total Amt. of Cropsgr
5.3±0.2	5.3±0.4	10.9±0.4	—	—	65	10	6.3	8.5	15.1
35.1±1.0	35.7±1.0	74.0±1.0	100	47.1	64	13	11.0	14.0	25.3
33.0±0.8	34.4±0.7	69.8±0.3	93	—	—	—	—	—	—
33.4±0.5	33.6±0.2	69.9±0.4	94	—	—	—	—	—	—
21.1±0.9	21.2±0.3	44.3±0.8	53	45.8	61	12	10.0	11.3	21.6
40.0±0.8	37.6±0.6	80.9±0.8	111	55.7	67	15	13.8	16.1	30.2
37.5±0.9	36.3±0.6	76.9±1.5	105	—	—	—	—	—	—
35.0±0.6	33.4±0.4	71.3±1.1	96	—	—	—	—	—	—
26.0±0.4	23.1±0.6	51.4±0.6	64	58.8	60	12	9.8	10.8	20.8
36.1±0.5	31.9±0.8	71.2±0.9	96	—	—	—	—	—	—
6.7±0.6	5.8±0.4	13.1±0.9	3	13.1	73	26	20.6	30.6	52.1
5.6±0.3	4.3±0.3	10.2±0.7	-1	18.5	65	14	11.6	14.1	26.2
31.6±1.0	24.4±0.5	58.6±1.4	76	—	—	—	—	—	—
27.0±1.0	21.1±1.0	50.2±1.6	62	—	—	—	—	—	—
19.6±0.5	15.4±0.5	36.5±0.8	41	26.6	—	—	—	—	—
38.9±1.1	38.0±1.0	80.0±1.3	110	—	—	—	—	—	—
38.5±0.9	35.1±1.0	76.7±1.3	104	—	—	—	—	—	—
24.5±0.4	33.2±0.4	49.7±0.7	61	30.6	—	—	—	—	—
14.7±0.3	9.0±0.1	24.9±0.2	22	29.0	69	15	15.4	18.1	34.0
14.7±0.5	8.3±0.1	24.1±0.5	21	44.7	65	13	10.9	13.5	26.2
33.0±0.4	29.7±0.1	65.7±0.3	87	—	—	—	—	—	—
31.8±0.5	27.8±0.4	62.3±0.2	81	—	—	—	—	—	—
26.8±0.2	19.2±0.9	48.3±1.0	59	46.7	—	—	—	—	—
41.5±0.8	39.6±0.8	85.1±1.4	118	—	—	—	—	—	—
35.4±0.7	33.2±1.0	71.9±1.5	97	—	—	—	—	—	—
34.6±0.9	24.3±0.3	61.7±1.1	81	45.8	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	78	41	32.7	48.3	81.7
19.6±0.3	13.9±0.4	35.2±0.4	39	49.6	64	13	13.0	14.8	28.0
39.9±0.1	36.6±0.2	79.8±0.3	109	—	—	—	—	—	—
38.5±0.4	32.5±1.3	74.3±1.8	100	—	—	—	—	—	—
23.0±0.5	19.4±0.7	46.0±1.2	54	49.9	—	—	—	—	—
45.3±0.9	42.7±1.0	91.8±1.6	128	—	—	—	—	—	—
41.1±0.7	37.7±1.3	82.4±1.8	113	—	—	—	—	—	—
21.4±0.7	15.5±1.1	38.5±1.9	44	41.2	—	—	—	—	—
25.0±1.1	21.1±0.8	49.1±1.6	61	49.6	73	23	20.8	28.4	49.7
20.3±0.5	21.7±0.5	44.0±1.0	52	56.1	64	12	8.4	11.5	20.2
36.7±0.3	35.3±1.1	75.3±1.3	102	—	—	—	—	—	—
42.0±0.4	39.9±0.7	85.1±1.5	118	—	—	—	—	—	—
41.7±1.9	41.5±1.3	86.1±0.7	119	62.3	—	—	—	—	—
44.1±1.1	44.5±0.7	92.6±1.8	129	—	—	—	—	—	—
46.5±0.7	42.9±0.2	93.9±0.9	132	—	—	—	—	—	—
49.0±0.7	41.1±0.8	94.9±1.2	133	64.1	—	—	—	—	—
33.0±1.2	28.2±0.4	64.2±1.7	84	37.5	—	—	—	—	—
19.1±0.4	15.5±0.6	36.2±1.0	40	40.8	—	—	—	—	—

※増收率は硫酸アンモニア1.0瓦區の
全増収量を100とせるもの。

[註] 施肥—昭和6年6月27日
 磷酸(P_2O_5)及び加里(K_2O)
 各1.5瓦を施用せり。
 插秧—同年6月29日一鉢
 六本宛。
 收穫—同年10月27日。

4 區宛と石灰窒素の單用 1 區を置き、各シアナミツド誘導化合物を單用せるもの 8 區と之等化合物を硫酸アンモニア又は硝酸曹達と併用せるもの 24 區(シアナミツド誘導化合物の施用窒素割合は全窒素量に對し $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$)の外に尙ほグアニルウレア性窒素を含む變性石灰窒素(A)の單用 2 區、合計 44 區を設けたり。一區は四鉢宛とし一鉢に荒川沖積土を 15 疋宛填充し、窒素施用量は窒素として單用區は 1.0 瓦(多量區)と 0.5 瓦(少量區)とし、併用區は 1.0 瓦宛とせり。而して供試窒素化合物は昭和五年十一月十日液肥として施用し填充土壤の上部約 10 疋と良く混淆し、十一月十一日磷酸及び加里を一鉢當り 1.5 瓦宛磷酸二曹達及び硫酸加里にて施用し再び混和せり。飼種方法等は第三表(A)の註に示せるが如し。

生育並に收量調査成績は第三表(A)に示せるが如きも發芽及び生育狀況に就き觀察せる事項を述べれば次の如し。

發芽狀況 チオ尿素多量區は試験第一に於けると同様對照區に比し明らかに發芽遲滯し、チオ尿素の硫酸アンモニア及び硝酸曹達併用區の 39 區及び 42 區も稍々その傾向を示せり。其の他の各區はグアニジン單用區が稍々發芽の遲滯せるものありしを除き何れも略々一様に 5 日目より發芽し始め 13 日目に完了せり。

生育狀況 シアナミツド誘導化合物が大麥の生育に及ぼす影響に就き次の各項に分ちて記述すべし。

1) チシアンチアミツド區 單用區及び硫酸アンモニア又は硝酸曹達併用區の生育狀況は試験第二に於けると同様の傾向を示せり。而して葉の尖端に白色結晶物析出し該部枯死せるは單用區及び各併用區の内は 15 區及び 17, 18 區の四區なり。

2) グアニルウレア區 單用區は試験第一と同様の傾向を示し、生育の初期に於て葉の尖端は枯れ、生育不良にして無窒素區より若干せざるも三月下旬乃至四月上旬に至り生育旺盛となり葉は綠色を増せり。硫酸アンモニア及び硝酸曹達併用區は夫々對照の硫酸アンモニア及び硝酸曹達區と殆んど同様の生育を遂げたり。

3) グアニジン區 硫酸アンモニア及び硝酸曹達併用區の大麥並に發芽區以外は、大麥の生育上特記すべき障害を認めざるも、單用區並に少量併用

區の31區及び34區に於ては生育の初めに當り試験第一に於けると同様の障害現はれたり。而して多量單用區に於ける障害は甚だしく三月下旬に至りその植物は枯死せり。少量單用區並に31區及び34區に於ても三月下旬植物は枯死したれども生存せるものは生育時期の進むに従ひ漸次生育を回復し四月下旬に至り急に生育旺盛となり葉色濃緑を呈し出穂及び成熟期共に對照區に比し著しく遅延せり。

4) チオ尿素區 單用區の植物は生育の初期に於て試験第一と同様葉色黄變するも枯死せるものなく、三月下旬乃至四月上旬に至り盛んに成長を始め葉色は濃緑を増せり。硫酸アンモニア又は硝酸曹達併用區は障害を認めず、生育は寧ろ對照の硫酸アンモニア又は硝酸曹達區より優れり。

收量 收量調査の成績を第三表(A)により概略を述べれば次の如し。

各單用區の收量は試験第一と略々同様の傾向を示せり。硫酸アンモニア併用區の收量を見るに各對照の硫酸アンモニア區に比し減收せるはデシアンチアミツドの各區及びグアニルウレアの等量併用區以外の各區にして増收せるはチオ尿素區及びグアニデン區なり。硝酸曹達併用區の收量を各對照の硝酸曹達區に比するにデシアンチアミツド區は之と殆んど等しく、グアニルウレア、グアニデン及びチオ尿素區は之より多し(但しグアニデンの硝酸曹達併用の34區は生育當初グアニデンの障害により植物は一部枯死せるを以て收量に於ても少し)。

尚ほ變性石灰窒素(A)區の生育並に收量に就き概略を述べれば、大麥の生育に對し特記すべき障害を認めざるも對照の硫酸アンモニア區に比すれば生育並に收量劣れり。

殘 效 試 験

(昭和六年六月——同年十月施行)

大麥に對する試験(第三)の終了後供試シアナミッド誘導化合物の窒素の殘效を査定せんが爲め各單用區に就き水稻を供試作物として試験を行へり。

試験の成績は第三表(B)に示せるも、その結果を概括すれば少量區に於ては殆んど相違を認めざるも、多量區に於ては大麥試験に於て肥效少なかりしもの程概して收量多き事を認めたり。

大麥試験の考察

以上試験の成績に依り供試シアナミツド誘導化合物の單用並に硫酸アンモニア又は硝酸曹達と併用せる場合に於ける大麥の發芽及び生育並に窒素の肥效に及ぼす影響に就き考察すれば次の如し。

大麥の發芽に對しチオ尿素は明らかに障害を及ぼし、グアニジンも稍々その傾向を示せり。然れどもデシアンチアミツド及びグアニルウレアはその發芽を遲滯せしめざる事を認めたり。從來デシアンチアミツド又はグアニルウレアの植物種子の發芽に及ぼす影響を調査せる試験成績を見るに、デシアンチアミツドに對し PFEIFFER 及び SIMMERMACHER [15] は燕麥、COWIE [8] は芥子菜、大麥及びライ麥に就き夫々土耕試験を行ひ障害を及ぼさざる事を報告し、グアニルウレアに關し McGUINN [10] は玉蜀黍を使用し硫酸グアニルウレアを尿素と併用して試験し惡影響なき事を述べたるが、これらの結果と著者等の試験成績とは略々一致する事を認めたり。

大麥の生育並に收量に就き考察するに次の如し。

1) デシアンチアミツド 硫酸アンモニア並に硝酸曹達併用區の内デシアンチアミツドの施用量多き區及び單用區に於て葉の尖端は白色結晶物析出せる後枯凋せるが、この現象は從來認められたる事實と良く一致する所にして SEELHORST 及び MÜTHER [16] は大麥、BRIOUX [2] は蕎麥、COWIE は大麥及びライ麥、McGUINN, LOEW [9] は大麥、田崎及び田口 [20] 等は大麥及び陸稻に就て報告する所なり。單用區の生育並びに收量は無窒素區と殆んど等しく且つ收穫物の窒素吸收率も甚だ少き事實より見るにデシアンチアミツドは本試験に於ける如き施用量にありては之を單用する時大麥に對し殆んど肥效なきのみならず反つてその生育に對し生理的障害を及ぼすものの如し。從來デシアンチアミツドの畑作に對する肥效に關し BRIOUX, COWIE, McGUINN, 井上 [6], PFEIFFER 及び SIMMERMACHER, PEROTTI [14], STUTZER 及び REIS [18], VOELCKER [21] 等が行ひたる試験成績を概括すれば、デシアンチアミツドは施用量少なき時その窒素は作物に吸収利用せらるる事ありと雖もその施用量多き時は肥效なきのみならず却つて作物の生育上障害を及ぼすと述べ、著者等の試験成績と同様その有害なる事を認めをれり。尙ほデシ

アンヂアミッドは土壤の硝化作用を障碍するものと一般に認むる所なるが此事實に關し JACOB, ALLISON 及び BRAHAM [7], NORRIS, VISWANATH 及び AYYAR [13]等は硫酸アンモニアに就き、COWIE, 村田は石灰窒素及び硫酸アンモニア、McGUINN は尿素に就き夫々ヂシアンヂアミッドの併用試験を施行し、之等窒素の硝化作用を妨ぐる事を述べ、岩田 [5]は石灰窒素を土壤に施用せる場合ヂシアンヂアミッドの生成量多きに從ひ硝酸化成量少なき事を報告せり。以上の試験成績より見るにヂシアンヂアミッドは之を硫酸アンモニアと併用せる場合アンモニアの硝酸化成を妨げ從つてその肥效を減少するも、硝酸曹達に對しては斯かる關係なきを以てヂシアンヂアミッドは硫酸アンモニア及び硝酸曹達の肥效に差異を生ぜしむるものと考へ得べく、著者等の試験成績に於てヂシアンヂアミッドの硫酸アンモニア併用區は對照の硫酸アンモニア區に比し收量劣れるに反し、硝酸曹達併用區は對照の硝酸曹達區と殆んど等しきか或は寧ろ優れる成績を示せるは上記の關係に依るものなるべし。

2) グアールウレア 單用區の植物は葉の尖端に障害を受けたるのみにして生育及び收量はヂシアンヂアミッドに比し優り窒素吸收率も亦大にして、大麥に對し窒素の肥效を認めたり。然れどもヂシアンヂアミッドと同様グアールウレアの硫酸アンモニア併用區は對照の硫酸アンモニア區に比し生育並に收量劣れるを以てグアールウレアは硫酸アンモニアの肥效を減少せしむるものと考へ得べし。

3) グアニジン グアニジン化合物は植物の生育に對し著しく有害なるものの如く從來の文獻に徴するも SCHREINER [17]は水耕試験に於て炭酸グアニジンは濃度百萬分之一にて小麥に對し有害なりと云ひ、河北 [8]は同じく水耕試験に於て鹽酸グアニジンの 0.05 % 溶液中に於て大麥幼植物は枯死する事を報告せり。著者等の土耕試験に於ても上記兩氏の試験成績と同様大麥に對し有害なる事を認めたり。又 JACOB, ALLISON 及び BRAHAM 等が炭酸グアニジンを土壤に施用し各時期に於て硝酸の量を定量したる結果に依ればその硝酸化成は最初殆んど認め得ざりしも施用後 5 週日頃より漸次化成し始め 10 週日頃に至りて急激に多量の硝酸を生成したる事を報告せり。著者等の試験に於て大麥の生育の途中或は收穫物に就きて觀察するに

グアニジン少量區は四月中旬頃より盛んに成長しその窒素吸収率も大なる事を認めたるが、之等の結果を上記諸氏の試験成績と併せ考察するにグアニジンの窒素は此の頃より分解利用せられたるものと推定し得べし。グアニジンの硫酸アンモニア又は硝酸曹達併用區に於て等量併用區以外は何れも結果良好にして併用量少なき時は窒素の肥效を減少せざるものの如し。

4) チオ尿素 E. NICOLAS 及び G. NICOLAS [12] は水耕試験に於てチオ尿素は濃度十萬分之二にて白芥子及び蠶豆に對し有害なりと報告せり。著者等の土耕試験に於ても大麥の生育に對し障害を及ぼすも、植物は枯死する事なく漸次生育を回復せり。而して少量單用區は硫酸アンモニア少量區と殆んど近き收量を挙げ、窒素吸収率も供試シアナミツド誘導化合物中最も大にしてチオ尿素は本試験に於て施用量少き時は大麥に對し肥效大なるものと認め得べし。チオ尿素の硫酸アンモニア又は硝酸曹達併用區は對照の硫酸アンモニア區又は硝酸曹達區に比し結果良好にしてチオ尿素は併用窒素の肥效を反つて増加せしむるものの如し。

5) 變性石灰窒素 A 品は全窒素の約26%に相當するグアニルウレア性窒素を含む肥料にして、多量區の生育狀況及び收量はグアニルウレアの硫酸アンモニア併用區の22區(グアニルウレアの窒素の割合は全窒素の $\frac{1}{6}$)に概して近き事を認めたり。B品は全窒素の約44%に該當するデシアンジアミツド性窒素を含む肥料にして、デシアンジアミツドと硫酸アンモニアとの等量併用區にほぼ近き收量を挙げたり。

水稻に對する試験

(昭和五年六月—同年十月施行)

本試験は昭和四年十一月乃至昭和五年五月に於て施行したる大麥試験に引續き行ひたるものにして試験設計も試験第一とほぼ同様の形式によれり。但し本試験は大麥の試験第三に於けると同様面積二萬分之一段歩の陶製植木鉢に荒川沖積土15畝を填充したるものに就き行へるを以て一鉢に對する窒素の施用量は1.0瓦及び0.5瓦とせり。試験區は對照として無窒素區の外硫酸アンモニア及び石灰窒素の單用各2區宛を置き、シアナミツド誘導化合物の大麥の生育に及ぼす影響を知る爲めにこれらを單用せるもの8區及び

之等化合物を硫酸アンモニアと併用したる場合の窒素の肥效を査定せんが爲め之等を併用せるもの16區(シアナミツド誘導化合物の窒素割合は全窒素に對し $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$)と變性石灰窒素(A)の單用2區、合計31區を設け一區四鉢宛として試験を行ひたり。供試窒素化合物は昭和五年六月十九日液肥として施用し填充土壤の上部約10cmと良く混和し、六月二十日に灌水して六月二十三日に磷酸及び加里を磷酸二曹達及び硫酸加里にて一鉢當り1.5瓦宛施用し再び良く混濁せり。尙耕種方法等は第四表Aの註に記載せり。

生育並に收量調査成績を示せば第四表Aに於けるが如し。(但し水稻の生育中の草丈及び莖數は全期を通じ四回調査を行ひたるも茲に於ては挿秧後約一ヶ月目の七月二十六日と收穫期の十月十五日の調査成績を記せり)。

生育狀況　　水稻の生育中に於ける觀察事項をシアナミツド誘導化合物の單用の場合に就き述ぶれば次の如し。

1) デシアンヂアミツド區　生育中大麥試験に於けるが如き障害現はれず、生育は初め多量區、少量區共に無窒素區より稍々良好なる程度なりしが、七月下旬—八月上旬に至り急に生育旺盛となり葉色は濃緑を呈し多量區は遙るかに少量區を凌駕するに至れり。

2) グアニルウレア區　水稻に對しデシアンヂミツドと同様障害を認むる事なく生育狀況も略々同様の傾向を示し、初め葉色淡かりしも七月下旬に至り急に成長を始め葉色濃緑となれり。

3) グアニデン區　初期の生育は多量區の方稍々少量區より劣り、共に無窒素區より不良なりたるも、八月上旬に至りて兩區共同様に生育を回復し收穫期に於ては無窒素區より良好となれり。然れども對照の硫酸アンモニア又は石灰窒素區に比較すれば分蘖數甚だ少し。

4) テオ尿素區　少量區は七月中旬まで無窒素區と略々同様の生育なりしも、多量區は著しく劣りその生育は障害を受けたものの如し。八月に入り少量區は生育を回復し無窒素區より遙るかに良好となりたるに、多量區は無窒素區と殆んど差異なく生育甚だ不良なり。

次に各シアナミツド誘導化合物と硫酸アンモニアとを併用せる場合に於て、各等量併用區は其の他の併用區に比し明らかに生育劣れるも、等量併用區以外は硫酸アンモニア多量區と殆んど近き生育を遂げたり。

第四表 (A) シアナミッド誘導化合物を單用並に硫酸アンモニアと併用せる

Table IV (A) Results of Pot Experiments with Cyanamide Derivatives and, Percentage of these Derivatives. Paddy Rice

試験區別 Treatments	試験區 番 號 No. of Exps.	一鉢當り N 施用量 N applied per Pot gr		生 育 Growth				穂 揃 期
		Cyanamide Derivatives & Degenerated Cal. Cyanamide	(NH ₄) ₂ SO ₄ or Ca CN ₂	VII 26		X 15		月 日 Date of Heading
				草 丈 Length of Tops cm	莖數 No. of Stems	草 丈 Length of Tops cm	莖數 No. of Stems	
無 窒 素 No Nitrogen	1	0.0	0.0	53	13	76	10	VIII 30
硫 酸 ア ン モ ニ ア Ammonium Sulphate	2	0.0	1.0	77	47	101	38	" 31
	3	0.0	0.5	71	35	91	25	" 30
石 灰 窒 素 Calcium Cyanamide	4	0.0	1.0	70	42	104	37	" 30
	5	0.0	0.5	69	34	92	25	" 28
デ シ ア ン ジ ア ミ ッ ド Dicyandiamide	6	1.0	0.0	60	16	97	28	" 31
	7	0.5	0.0	58	16	89	16	" 30
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	8	0.05	0.95	73	45	102	36	" 31
	9	0.1	0.9	72	45	103	38	" 30
	10	0.2	0.8	73	46	102	34	" 30
	11	0.5	0.5	70	35	96	26	" 29
グ ア ニ ル ウ レ ア Guanylurea	12	1.0	0.0	57	18	98	21	" 31
	13	0.5	0.0	55	14	89	16	" 30
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	14	0.05	0.95	73	49	101	38	" 31
	15	0.1	0.9	72	45	101	38	" 31
	16	0.2	0.8	73	46	98	33	" 30
	17	0.5	0.5	68	37	97	16	" 30
グ ア ニ デ ン Guanidine	18	1.0	0.0	39	10	84	19	IX 3
	19	0.5	0.0	49	15	91	17	"
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	20	0.05	0.95	73	51	102	39	VIII 30
	21	0.1	0.9	73	50	101	36	" 30
	22	0.2	0.8	71	46	101	33	" 29
	23	0.5	0.5	62	35	97	30	" 30
チ オ 尿 素 Thiourea	24	1.0	0.0	41	6	65	21	IX 2
	25	0.5	0.0	55	19	86	20	VIII 30
" + 硫 安 " + Amm. Sulphate	26	0.05	0.95	73	45	101	38	" 30
	27	0.1	0.9	72	46	101	37	" 30
	28	0.2	0.8	68	41	101	38	" 30
	29	0.5	0.5	62	30	86	31	IX 1
變 性 石 灰 窒 素 B/ Degenerated Cal. Cy. B/	30	1.0	0.0	69	40	96	29	VIII 29
	31	0.5	0.0	64	28	91	21	" 28

[註] 挿秧—昭和5年6月27日、一鉢六本宛。

收穫—昭和5年10月25日、但し18, 19, 24は10月29日。

増収率は硫酸アンモニア 1.0 瓦區の全増収量を 100 とせるもの。

収量 第四表の収量調査成績に依り其結果を述べれば次の如し。

供試シアナミッド誘導化合物の單用區の全収量は硫酸アンモニア區及び石灰窒素區に比すれば何れも少し。而して多量單用區の内デシアンジアミッド區は収量最も多く、グアニルウレア區及びグアニジン區之に亞ぎ、チオ尿素區は無窒素區にも劣りて最も少し。然るに少量單用區は多量區に於

場合に於ける試験成績 水稻 (品種 關取)

第四表 (B) 殘效試験成績 大麥

(NH₄)₂SO₄ containing graduated
(variety *Sekitori*)Table IV (B) Experiments for
Residual Crop—Barley

風乾收穫物量 (一鉢當り平均) Air dry Weight of Yield (Ave. per Pot)		無N區に對する増收率 Relative Increase of T. Amt. of Crops for Control		窒素吸收率 Nitrogen Availability	生育 Growth VI I		風乾收穫物量 (一鉢當り平均) Air dry Weight of Yield (Ave. per Pot)		全收量 Total Amt. of Crops gr
粃 Grain gr	藁 Straw gr	全收量 Total Amt. of Crops gr	of T. Amt. of Crops for Control		草丈 Length of Tops cm	莖數 No. of Stems	子實 Grain gr	稈 Straw gr	
9.5±0.1	13.1±0.2	22.7±0.3	—	—	28	8	2.5	2.7	5.6
59.1±0.7	84.4±1.2	144.5±1.6	100	82.5	23	8	3.1	2.5	6.1
32.4±0.7	46.9±0.9	79.5±1.4	47	64.8	26	8	2.5	2.3	5.1
59.0±0.9	80.7±0.6	139.9±0.4	96	—	—	—	—	—	—
31.4±0.6	45.8±0.7	77.6±1.3	45	—	—	—	—	—	—
46.3±1.6	42.6±0.7	89.5±2.3	55	68.3	38	8	5.7	4.7	10.8
29.1±0.9	28.5±0.2	58.1±1.1	29	69.3	34	8	3.7	2.9	6.3
57.3±0.3	80.3±1.3	138.3±1.6	95	—	—	—	—	—	—
58.0±1.0	79.4±0.8	138.1±1.5	95	—	—	—	—	—	—
51.8±0.6	70.8±0.8	123.1±1.0	82	—	—	—	—	—	—
43.4±0.8	54.6±0.9	98.4±1.7	62	59.0	34	8	4.4	3.7	8.4
39.8±1.1	37.8±0.9	78.1±2.0	45	57.1	43	8	7.5	6.1	14.3
24.8±1.0	25.4±0.7	50.4±1.6	23	55.7	37	8	4.8	4.6	9.7
54.9±0.4	77.4±0.9	132.8±1.2	90	—	—	—	—	—	—
53.8±0.9	76.6±1.0	131.0±1.7	89	—	—	—	—	—	—
53.4±0.9	73.4±0.8	127.3±1.0	86	—	—	—	—	—	—
49.1±0.5	60.4±0.5	110.0±0.9	72	69.8	33	8	4.0	3.2	7.5
22.6±0.9	19.3±0.9	42.4±1.7	16	36.9	57	9	14.4	11.9	27.4
22.8±0.7	21.3±1.4	44.6±2.0	18	73.4	40	8	6.4	5.3	12.3
56.0±1.0	79.4±0.7	136.3±1.0	93	—	—	—	—	—	—
56.4±0.9	77.0±0.9	131.8±2.1	90	—	—	—	—	—	—
53.1±0.8	69.4±1.0	123.3±1.6	83	—	—	—	—	—	—
49.9±0.7	54.6±0.9	105.3±1.6	68	69.9	34	8	4.0	3.4	7.8
7.9±0.5	12.1±0.7	20.5±1.2	-2	11.5	61	15	20.3	18.3	40.5
25.8±0.6	30.1±0.5	56.4±0.9	28	65.0	33	8	3.5	2.6	6.5
56.2±0.5	78.2±0.9	134.9±1.1	92	—	—	—	—	—	—
55.7±0.9	77.7±1.3	134.1±1.6	91	—	—	—	—	—	—
57.0±0.8	75.5±0.4	133.5±1.2	91	—	—	—	—	—	—
28.8±1.5	52.2±0.9	81.8±2.0	49	54.2	36	8	4.8	3.4	8.7
47.0±1.2	60.7±0.7	108.1±1.8	70	57.2	—	—	—	—	—
26.0±0.2	35.3±0.4	61.5±0.6	32	52.8	—	—	—	—	—

Note: Date of transplantation—June 27 th, 1930.
Date of harvest—Oct. 25 th, 1930 (18, 19,
24—Oct. 29 th).

[註] 播種—昭和5年11月14日一鉢
15粒宛、但し12月17日間引入本とす。
收穫—昭和6年6月1日。

Note: Date of sowing—Nov. 14 th, 1930.
Date of harvest—June 1 st, 1931.

て收量最も少きチオ尿素區優りデシアンヂアミツド區にほぼ等しく、グア
ニルウレア區之に亞ぎグアニデン區最も劣れり。尚ほ各單用區の多量區と
少量區の全收量を比較するにグアニデンとチオ尿素は少量區の方優れり。
次に各シアンミツド誘導化合物と硫酸アンモニアを併用せる場合を見る
に何れも對照の硫酸アンモニア多量區に劣り、シアンミツド誘導化合物の

窒素の併用割合多きに從ひ減收を示し等量併用區は最も少し。而して等量併用區以外の各併用區はシアナミツド誘導化合物の種類に依る全收量の差異僅少にして増收率は95—82の範圍内に在り。

尙ほ變性石灰窒素(B)區の生育並に收量に就きて見るに、その多量單用區はデシアンヂアミツドを硫酸アンモニアと等量に併用せる11區と概して近き結果を示せり。

残 效 試 験

(昭和五年十一月—昭和六年六月施行)

水稻試験の終了後各試験區に於ける窒素の残效を査定せんが爲め大麥を用ひ試験を行ひたり。但し供試シアナミツド誘導化合物と硫酸アンモニア併用區の内等量併用區以外の各試験區は本試験に於ては除きたり。生育並に收量調査の成績は第四表Bに示せるが、その結果に依れば水稻試験に於て肥效の少かりしもの程收量多き事を認めたり。

水 稻 試 験 の 考 察

以上試験成績に依り供試シアナミツド誘導化合物を單用又は硫酸アンモニアと併用せる場合に於ける水稻に對する窒素の肥效に就きて考察すれば次の如し。

1) デシアンヂアミツド 從來デシアンヂアミツドの水稻に對する肥效に關し施行せる麻生[1]、村田、田崎及び田口の諸氏並に静岡縣立農事試験場[19]の試験成績に依れば其肥效は硫酸アンモニアに匹敵する事を報告せり。然るに著者等の試験に於てデシアンヂアミツドは水稻に對し硫酸アンモニアより肥效劣る事を認めたるが、その生育は初め單用多量區と少量區との間に差異なく共に無窒素區より稍々良好なる程度にして葉色も淡かりしに七月下旬頃に至り葉色濃緑を呈し來り生育旺盛となりたる點より推定するにデシアンヂアミツドは土壤中に於て分解したる後盛んに利用せらるるものの如く、著者等の試験は土壤の種類及び試験方法等の異なりたる爲めにその肥效少かりしものなるべし。

2) グアニルウレア 生育狀況はデシアンヂアミツドと同様の傾向を示し七月下旬に至り葉色濃緑を呈し生育旺盛となりたる點より見ればその

窒素の利用せらるる事は明らかに認め得るも、その肥效はデシアンヂアミツドより幾分劣るものの如し。

3) グアニジン 單用多量區及び少量區の生育は初め共に無窒素區に比し稍々不良にして然も多量區は少量區より劣れり。然れども八月中旬より兩區共に生育旺盛となり無窒素區より良好となりしより見ればグアニジンは土壤中にて分解したる後吸収せらるるものと推定し得べし。更に多量區と少量區に於て生育並に收量を比較するに前者は後者より劣れる事實よりするにグアニジンは施用量多き時は水稻の生育を阻害し反つて肥效を減少せしむるものの如し。

4) チオ尿素 多量單用區の生育並に收量は少量單用區に比し甚だ不良にして、その窒素吸収量も亦遙るかに劣れり。これらの點より見るにチオ尿素は本試験に於てその施用量少き時は有效なるも、その量多き時はグアニジンと同様水稻の生育を阻害し肥效を減少するものと認め得べし。

5) 各シアナミツド誘導化合物を硫酸アンモニアと併用せる場合に於ける水稻の生育並に收量に就きて考察すれば次の如し。

等量併用區は硫酸アンモニア又は石灰窒素多量區に比し劣れるも、その他の各區は著しき差異なく、全收量はシアナミツド誘導化合物の窒素割合多きに從ひ減少を示せり。而して等量併用區の全收量を硫酸アンモニア少量區に比較するに何れも増收を示せるを以て硫酸アンモニアの窒素の肥效の外に更に各シアナミツド誘導化合物の窒素の肥效の現はれたるものと推定し得べし。

6) 變性石灰窒素(B) 本肥料は小麦に對する試験第二に於て供用せる肥料にして之れを水稻に就き試験したる結果に依れば、その肥效はデシアンヂアミツドを硫酸アンモニアと等量に併用せる11區と概して生育並に收量等も近き事を認めたり。

總 括

石灰窒素を原料として製造したる肥料中には石灰窒素のシアナミツドより誘導せられたるデシアンヂアミツド、グアニルウレア又はグアニジン

含むものあり。著者等は之等肥料の肥效に關し大麥及び水稻を供試作物として植木鉢試験を施行せるがその成績を次の各項に別ち總括し述ぶべし。

I 供試シアナミツド誘導化合物の肥效

1) 供試シアナミツド誘導化合物は何れも大麥の生育に對し障害作用を呈することを認めたり。即ちデシアンチアミツド及びグアニルウレアは發芽に對し影響を及ぼさざるも發芽後何れも葉の尖端を枯損せしめたり。而してその程度は共に多量區に於て甚だしく且つデシアンチアミツドはグアニルウレアより著しき事を認めたり。尙ほデシアンチアミツド區は葉尖部の枯損前(發芽後二週日頃)該部に白色結晶物の附着するを認めたり。グアニジン及びチオ尿素區は對照の無窒素區及び硫酸アンモニア區等に比し發芽の遲滯せるのみならず、グアニジン區にありては發芽後の生育も阻止せられ多量區は三月下旬に於て殆んど枯死し少量區に於ても枯死するものあり而してチオ尿素區の生育は三月下旬まで殆んど阻止せられたるが、殊に多量區に於て甚だしきものあるを認めたり。

2) 水稻の生育に對しデシアンチアミツド及びグアニルウレアは全く障害を認めず。グアニジンは生育の初めより多量區は少量區に比し生育劣りその使用量多きとき水稻の生育は阻止せられたり。チオ尿素にありては多量區は生育の初期に於て葉の尖端枯れ生育は全期を通じて少量區より不良にして水稻の生育に對し障害を及ぼすものの如し。

3) 供試シアナミツド誘導化合物は何れも大麥の生育に對し、グアニジン及びチオ尿素はその施用量多き時水稻の生育に對し明らかに障害を認むるも、最後の生育並に收量より見るときは大麥に於けるグアニジン多量區水稻に對してはチオ尿素多量區を除き何れも大麥及び水稻に對し窒素の肥效現はれたり。但し大麥に於けるデシアンチアミツドの肥效は僅少なり。

4) 斯様に各シアナミツド誘導化合物は大麥及び水稻に對し窒素の肥效を認むるも、生育の初めは無窒素區と大差なく對照の硫酸アンモニア等と比較すれば葉色淡く生育甚だ不良なり。然るに大麥に於ては三月より四月水稻にありては七月下旬より特に生育上障害あるものの外は何れも生育旺盛となり葉色は硫酸アンモニア等より濃緑を呈し來れる事實より推考するに之等化合物の窒素は施用當時は作物に吸収され難きも、或時日を経過し

土壤中にて分解したる後吸収され易き状態となるものの如し。

II シアナミツド誘導化合物を硫酸アンモニア

と併用せる場合の窒素の肥效

1) 硫酸アンモニアの窒素の一部をシアナミツド誘導化合物の窒素にて置換して施用せるものの全窒素の肥效は大麥及び水稻に對し概してシアナミツド誘導化合物の併用割合大なるもの程肥效少し。而して等量併用區は著しく肥效劣れるも窒素の併用割合 $\frac{1}{10}$ 。以下のものにありては大麥に對するヂシアンヂアミツドを除き何れも對照の硫酸アンモニア區に殆んど近き肥效を示せり。但し大麥に對するチオ尿素の硫酸アンモニア併用區は對照の硫酸アンモニア區より反つて肥效大なるものあるを認めたり。

2) 供試シアナミツド誘導化合物の硫酸アンモニア併用區に於て窒素の併用量に依りては之等化合物を單用したる場合と同様に障害を示すものあり。即ち大麥に於てチオ尿素の等量併用區は他區に比し發芽の遲滯を示しヂシアンヂアミツドに於ては窒素の併用割合 $\frac{1}{10}$ 。までは葉の尖端に白色結晶物現はれたり。又グアニデンの等量併用區は三月下旬まで著しく生育は阻止せられたり。水稻に對してはチオ尿素の等量併用區のみ初期の生育阻止せらるるを認めたり。

III シアナミツド誘導化合物を硝酸アンモニア又は硝

酸曹達と併用せるものの大麥に對する肥效の比較

供試シアナミツド誘導化合物を硝酸曹達と併用せる場合の肥效を見るにヂシアンヂアミツド、グアニルウレア及びグアニデンは之等化合物の併用割合大なるに従ひ肥效少く、チオ尿素は之と反對に併用割合の大なる程肥效大なるを認めたり。而して等量併用區以外の各區の肥效を對照の硝酸曹達各區と比較するに何れも優れり。以上の如く各シアナミツド誘導化合物は硝酸曹達と併用してもその肥效を減少せざるも、ヂシアンヂアミツドにありては硫酸アンモニアと併用せる場合は對照の硫酸アンモニア區及び硝酸曹達併用のものより明らかに肥效劣れり。又グアニルウレアに於ても同様の傾向を示せり。此の結果は從來一般に認むるが如くヂシアンヂアミツド又はグアニルウレアが硝化作用を妨ぐる事實に基因するものなるべし。尙ほグアニデン及びチオ尿素にありては硫酸アンモニア併用と硝酸曹達併

用とに於て特に差異を認めざりき。

IV 石灰窒素を原料としたる肥料の肥效

試験に供用せる變性石灰窒素(A)は全窒素の約26%に相當するグアニルウレア性窒素を含み、同(B)は約44%に該當するヂシアンヂアミツド性窒素を含む肥料なり。(A)は大麥(B)は大麥及び水稻に就き試験せるがその結果に依れば、之等肥料の肥效は其肥料中に含まるるグアニルウレア又はヂシアンヂアミツド性窒素の量と略々同様の割合に之等化合物を硫酸アンモニアと併用したるものの肥效と概して同じき事を認めたり。この點より見る時は本試験に於て各シアナミツド誘導化合物を硫酸アンモニアと種々の割合に併用したる試験の成績は石灰窒素を原料としたる肥料にしてこれら化合物を窒素の一部として含有するものの窒素の肥效を判定する上に役立つものと云ひ得べし。

摘 要

1) 石灰窒素を原料としたる肥料のうちヂシアンヂアミツド、グアニルウレア又はグアニチンを含むものの肥效を窺知せんが爲め昭和四年より昭和六年に亙り大麥及び水稻に就き、次の各項に關し調査せり。

(a) シアナミツド誘導化合物たるヂシアンヂアミツド、グアニルウレア、グアニチン及びチオ尿素の肥效

(b) 之等化合物を硫酸アンモニアと併用せる場合の窒素の肥效

(c) 之等化合物を硫酸アンモニア又は硝酸曹達と併用せるものの大麥に對する窒素の肥效の比較

(d) 石灰窒素を原料として製造せる肥料の肥效

2) 供試シアナミツド誘導化合物は何れも大麥の生育に對し障害を呈しその程度はグアニチン最も甚だしくチオ尿素、ヂシアンヂアミツド順次之に亞ぎグアニルウレアは最も輕少なり。

3) 水稻の生育に對しヂシアンヂアミツド、グアニルウレアは障害を認めざりしも、グアニチンは稍々その傾向を示し、チオ尿素は明らかに障害を及ぼせり。

4) 試験に供用せるシアナミツド誘導化合物中大麥に對するグアニチン

多量區及びデシアンヂアミツド區、水稻に於けるチオ尿素多量區を除き何れも大麥及び水稻に對し窒素の肥效を示せり。

5) 各シアナミツド誘導化合物を硫酸アンモニアと併用せる場合の全窒素の肥效は大麥及び水稻に對し概してシアナミツド誘導化合物の併用量大なるに従ひ肥效少し。但しチオ尿素は大麥に對しその併用量大なる程肥效大なることあり。

6) デシアンヂアミツド、グアニルウレア及びグアニヂンを硝酸曹達と併用せるものの大麥に對する肥效は硫酸アンモニア併用の場合と同様之等化合物の併用量大なるに従ひ肥效少く、チオ尿素は之と反對に硝酸曹達との併用割合大なるに従ひ肥效大なり。

7) 供試シアナミツド誘導化合物を硫酸アンモニア又は硝酸曹達と併用せる場合に於て窒素の肥效を比較するに、デシアンヂアミツド及びグアニルウレアは硫酸アンモニア併用の場合は硝酸曹達併用の場合より著しく肥效劣り、グアニヂン及びチオ尿素は兩者間に著しき差異を認めざりき。

8) デシアンヂアミツド又はグアニルウレア性窒素を比較的多量に含む變性石灰窒素の大麥及び水稻に對する肥效は對照の硫酸アンモニア區及び石灰窒素區より劣れり。而してその肥效は之等肥料中に含まるるデシアンヂアミツド又はグアニルウレア性窒素の量と略々同じ割合のデシアンヂアミツド又はグアニルウレアを硫酸アンモニアと併用したるものの肥效と概して等しき事を認めたり。

終に臨み本研究に就きて鹽入技師の懇篤なる御助言を深く感謝し、なほ終始多大の盡力を煩はしたる技手清水隆一氏、本試験の一部分を擔當せる元本場技手戸島右二氏に多謝す。

引用文獻 Literatures

1. Aso, K. On Manuring with Dicyandiamide. Jl. College Agric. Tokyo Imp. Uni. 1 : 2, 211-222. 1909.
2. BRIOUX, C. Contributions to the Study of Calcium Cyanamide. Ann. Sci. Agron. 3 : 5, 241-281. 1910. cf. C. A. 4 : 2025. 1910. ; cf. Jl. Agric. Sci. 9 : 123. 1919.
3. COWIE, G. A. Decomposition of Cyanamide and Dicyandiamide in the Soil. Jl. Agric. Sci. 9 : 113. 1919.
4. 林義三・石灰窒素を原料として製造せる肥料の窒素の形態 農林省農事試験場彙報、第二卷、第二號、193-204. 昭和八年.
5. 岩田武司・石灰窒素の土壤中に於ける分解 土壤肥料學雜誌、第四卷、第二號、9-10. 昭和五年.
6. INOUE, R. On the Application of Dicyandiamide as a Nitrogenous Manure. Jl. College Agric. Tokyo Imp. Uni. 1 : 2, 193-196. 1909.
7. JACOB, K. D., ALLISON, F. E. and BRAHAM, J. M. Chemical and Biological Studies with Cyanamide and Some of its Transformation Products. Jl. Agric. Res. 28 : 1, 1924.
8. KAWAKITA, I. On the Behavior of Guanidine to Plants. Bull. College Agric. Tokyo Imp. Uni. 6 : 181-183. 1904-1905.
9. LOEW, O. Ueber die Physiologische Wirkung des Dicyandiamids. Chem. Ztg. 32 : 676-677. 1908., Ist Dicyandiamid ein Gift für Feldfrüchte? Chem. Ztg. 33 : 21-22. 1909.
10. MCGUINN, A. F. The Action of Dicyandiamide and Guanilylurea Sulphate on Plant Growth. Soil Sci. 17 : 487-489. 1924.
11. 村田久次・石灰窒素の土壤中に於ける變化に就て 第一報及び第二報、日本農藝化學會誌、第六卷、第六十六號、261-289. 昭和五年、第八卷、第九十八號、1161-1174. 昭和七年.
12. NICOLAS, E. and NICOLAS, G. Influence of Urea, Thiourea and Allylthiourea upon the Higher Plants. Compt. Rend. 180 : 1286-1289. 1925., cf. C. A. 19 : 2513. 1925.
13. NORRIS, R. V., VISWANATH, B. and AYYAR, C. V. R. A Preliminary Note on the Decomposition of Calcium Cyanamide in South Indian Soils. Memoirs of the Depart. of Agric. in India. 7 : 3, 72. 1923.
14. PEROTTI, R. Ueber das Physiologische Verhalten des Dicyandiamides mit Rücksicht auf seinen Wert als Düngemittel. Centralb. Bakt. (etc) Abt. II. 18 : 50-56. 1907.
15. PFEIFFER, T. und SIMMERMACHER, W. Ueber die Wirkung des Dicyandiamids auf das Pflanzenwachstum. Landw. Vers. Stat. 90 : 415-430. 1917.
16. SEELHORST and MÜTHER, A. Versuche mit Kalkstickstoff. Jl. f. Landw. 53 : 349. 1905.
17. SCHREINER, O., REED, H. S. and SKINNER, J. J. Certain Organic Constituents of Soils in relation to Soil fertility. U. S. Depart. Agric. Bur. Soils. Bull. 47. 27-28. 1907.
18. STUTZER, A. und REIS, F. Untersuchungen ueber Kalkstickstoff und einige seiner Umsetzungsproducte. Jl. für Landw. 58 : 1, 65-76. 1910.
19. 静岡縣立農事試験場業務功程 57. 大正二年.
20. 田崎桂一郎及び田口武之助. デシアンデアミッドに關する研究 農學會報、第二百十三號、413-436. 大正九年.
21. VOELCKER, J. A. Reports of the Woburn Experimental Station of the Royal Agricultural Society of England. Jl. Royal Agric. Society England. 77 : 254. 1916., cf. C. A. 11 : 3089. 1917., Jl. Agric. Science. 9 : 124. 1919.

THE EFFECTS OF THE CALCIUM CYANAMIDE DERIVATIVES AND THE FERTILIZERS CONTAINING THOSE DERIVATIVES ON THE PLANT GROWTH.

(Résumé)

Yoshizo HAYASHI and Hideo OBATA

In the previous report (this Bul. Vol. 2, No. 2), one of the authors, HAYASHI, reported about the nitrogen of fertilizers manufactured from calcium cyanamide as raw material, where he especially tried to detect and analyse cyanamide compounds, that is, dicyandiamide, urea, guanylurea, guanidine, etc., and discussed that those compounds were derived under various conditions of manufacture from calcium cyanamide. In this paper, the authors investigated the effects of the cyanamide derivatives (except urea) and the fertilizers manufactured from cyanamide on barley and paddy rice by means of pot experiments.

The investigations carried on may be divided into four parts:—

- a) The effect of dicyandiamide, guanylurea, guanidine, and thiourea on barley and paddy rice
- b) The effect of total nitrogen when those cyanamide derivatives are used together with sulphate of ammonia
- c) The effect of total nitrogen when those derivatives are used together with sulphate of ammonia or nitrate of soda on barley
- d) The effect of the fertilizers manufactured from calcium cyanamide.

The results of the experiments are shown in Table I-IV (s. the foregoing pages), of which the summary is as follows:

1) Each cyanamide derivative used for the experiments is injurious to the growth of barley. Guanidine is most injurious, while thiourea and dicyandiamide, and guanylurea are so in decreasing order.

2) To the growth of paddy rice, dicyandiamide and guanylurea are not injurious, while guanidine is slightly and thiourea distinctly so.

3) In every experiment of compounds the fertilizing value of nitrogen was apparent on paddy rice or barley, except in plot of guanidine (supplied 1.0 grm. as N) and of dicyandiamide on barley, as well as of thiourea (supplied 1.0 grm. as N) on paddy rice.

4) When dicyandiamide, guanylurea and guanidine are used together with sulphate of ammonia or nitrate of soda, the greater the percentage of cyanamide derivatives, the smaller the effect of nitrogen on paddy rice (only examined by sulphate of ammonia) or barley, while in the case of thiourea the percentage and the effect go parallel.

5) When cyanamide derivatives are used with sulphate of ammonia or nitrate of soda, the effects of nitrogen in the cases of dicyandiamide and guanylurea with sulphate of ammonia are smaller than in that of nitrate of soda. The effect of guanidine with sulphate of ammonia is approximately equal to that of nitrate of soda, and in the case of thiourea it is nearly the same.

6) The effects of nitrogen of the fertilizers manufactured from calcium cyanamide and containing comparatively a large quantity of dicyandiamide or guanylurea, are smaller than those of nitrogen of sulphate of ammonia or calcium cyanamide employed as control. The effects of those fertilizers containing cyanamide derivatives are equal to those containing sulphate of ammonia, of which nitrogen is partly replaced by the same quantity of dicyandiamide or guanylurea.

加里を含む製鹽副産物の成分に就て

技 師 林 義 三

内地に於ける製鹽副産物中加里成分の含有量多きものあり、而して之れが重要な加里給源なるにも拘らず、その成分並に肥料的價值につき研究せられたるもの少きを遺憾とす。

抑々製鹽副産物は海水を濃縮し、食鹽を分離したる殘液、即ち苦汁を原料として製造せられたるものにして、その種類頗る多數なりと雖も肥料經濟上の見知より特に注意すべきは加里を含む副産物が多量に生産せられ、肥料として供用し得らるる事なり。現在本邦に於て加里給源乏しく年々多額の加里鹽を輸入しつつあるときに當り無限の海水を利用し、然も本邦獨特の製鹽業に依り得たる苦汁を原料として製造せらるゝに於ては最も重要な加里給源の一なりと謂はざるべからず。然るに現在の苦汁の利用を顧みるに全苦汁生産量の過半にも達せず、他は悉く放棄せらるゝ状態なりと云ふ。之れ種々の原因ありと雖も前記の副産物の加里鹽が内地の肥料取締上に於て肥料としての取扱に常に疑義を生じ今尙販賣肥料に屬せざるが爲め之等の製造を阻止せること其の一因なりと思考す。又一面に於ては副産鹽の性質及その肥料的價值が明ならざるにも依るものと認めらる。従てこれが研究は一日も忽せにすべからず。依て筆者は之等の肥料的價值を明かにするに先ちその加里含有の副産物の成分に就きての調査を企て、大藏省專賣局に依頼し、内地に於て製鹽業の最も盛なる瀬戸内海の主なる苦汁工場より加里を含む副産物の試料の送付を乞ひ、又筆者自らこれらの地方に出張して試料を採集し、尙當場に分析を依頼されたる試料等を蒐集し、分析を行ひたるを以て茲にその成績を發表せんとす。

供 試 品

供試品は大藏省專賣局に依頼して瀬戸内海の主なる苦汁工場の製品を送付せられたるもの35點、また筆者これらの地方にて採集したるもの16點に

して、尙此外當場に分析を依頼せられたるもの 5 點合計 56 點に達したり。

之等を分類し、其の製造法を記載すれば次の如し。但し製鹽副産物は種類多きが爲め其の製造法を説明するに當り、動もすれば混同し複雑となる恐れなしとせず、依て豫め其の製造工程を知り置くこと必要なりと認めたるを以て筆者は製造の順序を第一圖に示せり。

1) 固形苦汁 (種々の名稱あり、苦汁固形物、硫酸加里苦土、粉末肥料鹽、シェーニット、又はブラインとも稱す) 製鹽場より生産せる苦汁、比重ボーメ約 30—34 度のものを鐵製平釜に入れ直火にて煎熬し、比重ボーメ約 35—36 度迄の間に析出する結晶を採集し、遠心分離機に掛け脱水するか或は居出場に堆積して乾燥をなす。

2) 人造カーナリット (單にカーナリットとも稱す) 前記固形苦汁を分離したる母液を冷却槽に移し約一晝夜放置する時に析出する物料を採集し、直に遠心分離機に掛け脱水するか又は居出場に堆積して乾燥をなす。

3) 副産固形苦汁 (苦汁エキス、鹽化苦土、苦汁の素とも稱す) 前記人造カーナリットを分離したる母液即ち濃厚苦汁を鐵製平釜に入れ直火にて濃縮せるもの、或は濃厚苦汁に鹽素酸加里及硫酸を加へ水蒸氣蒸溜をなして臭素を採集したる殘液に石灰乳を加へて中和したる後前記同様に濃縮し上澄液を採集せるものなり。

4) 硫酸苦土 (俗に坪刈と稱す) 原料の苦汁を貯藏槽に入れたる儘越多せしむる時は結晶を析出す。之を乾燥せるものなり。

5) 原料鹽 (副産鹽とも稱す) 比重輕き原料苦汁、ボーメ約 30—32 度のものを平釜にて直火により煎熬し比重ボーメ約 34—35 度に濃縮したる際の析出物を採集す。

6) 鹽化加里 人造カーナリットに水又は苦汁を加へ加水分解して製造す。但し加水分解の際には鹽化加里を分離したる殘液を反覆使用することあり。

7) 硫酸加里 前記の鹽化加里に硫酸苦土を加へ複分解して製造す。

前記製鹽副産物中 6) の鹽化加里及び 7) の硫酸加里の試料は著者が調査せし時蒐集し得ざりしことを遺憾とす。

化學分析方法

化學分析に用ひたる方法の概要を記載すれば次の如し。

1) 水分 陶製坩堝に供試品 5 瓦内外を採り、酸化鉛 8 瓦内外を以て其の表面を覆ひ約 10 分間焙上にて低熱に灼熱し、其の減量を以て水分とす。[1]

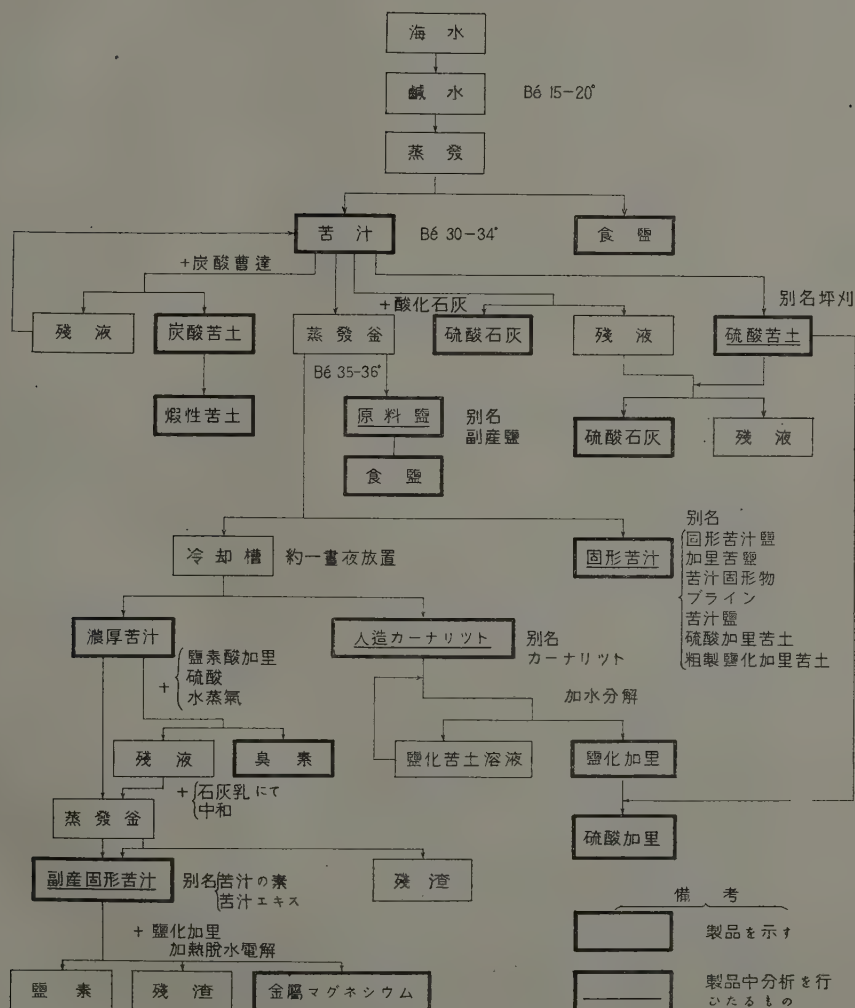
2) 加里 過鹽素酸法に依る。[2]

3) 曹達 ビロアンチモン酸加里を使用し容量法に依り定量す。[3]

4) 鹽酸不溶解物、炭酸、硫酸、鹽素、酸化鐵及礬土、石灰、苦土は常法に據る。[4]

5) 水素イオン濃度 供試品の 1 瓦を蒸溜水 100 ㄆに溶解したる溶液に WULFF 氏反應指示紙を浸し一分乃至二分の後、これを取り出し標準色と比較す。

第一圖 製鹽副産物製造の順序



分 析 成 績

供試品につき行ひたる化學分析の結果は第一表に示せり。而してこれを綜括すれば次の如し。

I 固形苦汁及び人造カーナリット

1) 水分 固形苦汁の平均水分含量は高く24.02%にして、人造カーナリットに於ては更に高く 38.23 % を示せり。兩者は外觀的に水濕 (hygroscopic

第一表 加里含有製鹽副産物の化學分析成績

供試番號 Sample No.	名 稱 Name	水 分 Moisture %	加 里 K ₂ O %	曹 達 Na ₂ O %	苦 土 MgO %	石 灰 CaO %	酸化鐵・礬土 Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ %
〔Ia〕 固 形 苦 汁							
1	苦 汁 固 形 物	22.64	11.57	7.99	14.08	0.08	0.20
2	肥料原料用固形苦汁	26.56	10.33	6.67	14.16	0.21	0.23
3	苦 汁 固 形 物	21.24	9.12	11.74	13.85	0.13	0.15
4	粉 末 肥 料 鹽	17.65	8.80	12.44	14.30	0.17	0.16
5	硫酸加里苦土	20.92	8.76	8.24	16.41	0.00	0.27
6	硫酸加里苦土	23.43	8.54	10.14	14.60	0.00	0.00
7	改良粉末苦汁	18.26	8.18	11.72	14.48	0.41	0.06
8	固 形 苦 汁	25.21	8.05	3.56	18.39	0.00	0.18
9	固 形 苦 汁	25.83	7.91	8.74	15.12	0.19	0.13
10	シ ャ ー ニ ッ ト	22.32	7.83	10.82	14.53	0.17	0.09
11	ブ ラ イ ン	23.71	7.46	14.76	12.06	0.00	0.07
12	固 形 苦 汁	20.31	7.36	13.08	14.61	0.02	0.24
13	固 形 苦 汁	23.28	7.35	10.72	15.23	0.14	0.19
14	固 形 苦 汁	21.21	7.34	11.89	15.03	0.05	0.45
15	固 形 苦 汁	22.22	7.00	11.88	14.63	0.05	0.21
16	ブ ラ イ ン	25.09	6.56	17.66	10.56	0.00	0.08
17	苦 汁 固 形 物	23.88	6.55	11.82	14.72	0.13	0.27
18	ブ ラ イ ン	28.79	6.30	11.29	12.73	0.00	0.13
19	固 形 苦 汁 鹽	15.64	6.25	17.90	13.79	0.01	0.19
20	肥料用固形苦汁	32.88	5.63	8.57	13.94	0.14	0.18
21	固 形 苦 汁	26.70	5.47	11.69	14.78	0.06	0.13
22	固 形 苦 汁	26.15	5.42	12.52	14.68	0.11	0.15
23	固 形 苦 汁	33.15	5.37	8.42	14.50	0.02	0.11
24	固 形 苦 汁	14.90	5.27	20.55	12.74	0.07	0.13
25	固 形 苦 汁	24.59	4.73	12.67	15.13	0.03	0.19
26	固 形 苦 汁	29.35	4.64	13.17	12.78	0.01	0.32
27	苦 汁 固 形 物	32.50	3.83	10.43	15.06	0.01	0.13
〔Ib〕 固形苦汁の最多、最少及び平均							
最 多		33.15	11.57	20.55	18.39	0.41	0.45
最 少		14.90	3.83	3.56	10.56	0.00	0.00
平 均		24.02	7.10	11.62	14.33	0.08	0.17

moisture) 多きものと認められざるに上記の如く水分量多きは水濕の外に多量の結晶水が分析結果に現れ來れるが爲めなり。

2) 加里 固形苦汁の加里含量は最高 11.57 % 最低 3.83 % にして最高と最低の差甚しく、調査點數 27 點中 2 點を除けば何れも 10 % 以下にして、平均 7.10 % なるに反し、人造カーナリットに於ては水分含量高きに拘らず加里含量多く、調査點數 19 點中僅かに 1 點を除けば他は悉く 10 % 以上にして、平均含量 13.16 % なり。

Table I. Results of Chemical Analyses of the Byproducts containing Potash in Salt Making.

硫 SO ₃ %	酸 鹽 Cl %	素 鹽酸不溶解物 Insol. M. in HCl %	水素イオン 濃 pH	加里(無水物) K ₂ O (Dry matter) %	産 地 Origin	備 考 Remarks
<i>Kokeikuzuyū</i> or Residual Bitterns.						
24.64	20.92	0.56	9.6	15.96	岡山縣赤崎村	+
19.93	24.05	0.09	10.8	14.07	山口縣平生町	+
28.38	19.80	0.51	9.4	11.58	岡山縣玉島町	+
26.15	23.01	0.07	11.4	10.69	山口縣中ノ瀬町	+
30.15	18.42	0.07	9.4	11.08	香川縣仁尾町	○
22.67	23.64	0.06	9.5	11.15	香川縣宇多津町	○
26.96	21.72	0.04	9.8	10.01	山口縣中ノ瀬町	△
31.27	14.95	0.05	9.8	10.76	香川縣坂出町	○
19.88	25.10	0.20	11.4	10.66	廣島縣瀬戸田町	+
25.29	21.72	0.14	8.8	10.08	香川縣坂出町	△
21.08	25.04	0.18	9.1	8.94	岡山縣赤崎村	△
25.45	23.92	0.13	9.4	9.24	香川縣宇多津町	+
27.49	20.57	0.08	9.2	9.58	廣島縣竹原町	+
28.16	21.13	0.32	9.8	9.32	兵庫縣尾崎村	+
27.06	20.90	0.25	9.2	9.00	徳島縣撫養町	+
22.99	21.94	0.28	9.0	8.87	岡山縣赤崎村	△
23.83	23.64	0.11	9.8	8.60	愛媛縣木ノ浦村	○
24.70	17.65	0.21	9.0	8.85	岡山縣赤崎村	△
24.14	28.25	0.33	11.4	7.41	廣島縣瀬戸田町	+
17.74	23.01	0.33	9.4	8.39	山口縣平生町	+
20.40	25.52	0.10	9.4	7.46	兵庫縣新濱村	+
21.22	25.97	0.11	9.4	7.34	兵庫縣鹽谷村	+
22.59	19.24	0.12	8.8	8.03	兵庫縣大鹽町	+
23.43	29.53	0.07	9.2	6.19	兵庫縣新濱村	+
25.50	22.31	0.09	9.4	6.27	兵庫縣八木村	+
21.16	22.48	0.20	9.2	6.57	兵庫縣鹽谷村	+
17.73	25.66	0.33	9.2	5.67	兵庫縣の形村	+

Kokeikuzuyū; maximum, minimum and average.

31.27	29.53	0.56	11.4	15.96		
17.73	14.95	0.04	8.8	5.67		
24.07	22.60	0.18	9.6	9.32		

第一表 續 き

供試番號 Sample No.	名 稱 Name	水 分 Moisture %	加 里 K ₂ O %	曹 達 Na ₂ O %	苦 土 MgO %	石 灰 CaO %	酸化鐵・礬土 Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ %
〔IIa〕 人 造 カ ー ナ リ ッ ト							
28	人 造 カ ー ナ リ ッ ト	32.84	18.16	4.93	11.97	0.05	0.10
29	カ ー ナ リ ッ ト	38.43	14.96	2.97	13.01	0.02	0.14
30	人 造 カ ー ナ リ ッ ト	37.56	14.89	3.12	12.82	0.03	0.16
31	人 造 カ ー ナ リ ッ ト	39.13	14.57	0.83	14.78	0.01	0.15
32	カ ー ナ リ ッ ト	40.24	13.92	2.19	13.25	0.28	0.00
33	カ ー ナ リ ッ ト	38.47	13.77	3.72	13.27	0.05	0.09
34	カ ー ナ リ ッ ト	38.01	13.77	3.72	13.40	0.13	0.11
35	カ ー ナ リ ッ ト	35.81	13.33	4.81	13.69	0.10	0.11
36	カ ー ナ リ ッ ト	39.08	13.22	2.65	13.94	0.05	0.28
37	カ ー ナ リ ッ ト	39.79	13.09	4.23	12.77	0.06	0.52
38	カ ー ナ リ ッ ト	38.82	12.92	4.48	13.13	0.12	0.12
39	人 造 カ ー ナ リ ッ ト	32.30	12.84	6.85	14.02	0.04	0.14
40	カ ー ナ リ ッ ト	39.42	12.34	4.46	13.31	0.08	0.15
41	カ ー ナ リ ッ ト	41.33	12.20	3.25	13.79	0.15	0.20
42	人 造 カ ー ナ リ ッ ト	42.65	12.17	2.52	12.95	0.01	0.13
43	カ ー ナ リ ッ ト	38.65	11.49	5.75	13.17	0.03	0.18
44	カ ー ナ リ ッ ト	35.96	11.39	7.93	12.51	0.23	0.18
45	カ ー ナ リ ッ ト	36.01	11.31	8.72	11.93	0.09	0.16
46	カ ー ナ リ ッ ト	41.82	9.67	3.57	13.87	0.10	0.05
〔IIb〕 人 造 カ ー ナ リ ッ ト の 最 多、最 少 及 び 平 均							
最 多		42.65	18.16	8.72	14.78	0.28	0.52
最 少		32.30	9.67	0.83	11.93	0.01	0.00
平 均		38.23	13.16	4.25	13.24	0.09	0.16
〔III〕 硫 酸 苦 土							
47	坪 刈	48.78	0.14	0.05	16.80	0.00	0.10
48	硫 酸 苦 土	48.10	0.05	0.89	16.08	0.10	0.10
〔IV〕 副 産 固 形 苦 汁							
49	鹽 化 苦 土	49.83	1.47	0.07	19.49	0.00	0.13
50	苦 汁 の 素	49.20	1.28	0.02	19.99	0.08	0.16
51	苦 汁 エ キ ス	50.82	1.06	0.07	19.38	0.00	0.00
52	副 産 固 形 苦 汁	53.04	0.40	0.04	19.32	0.09	0.07
53	鹽 化 苦 土	51.19	0.41	0.02	19.65	0.02	0.11
〔V〕 原 料 鹽							
54	固 形 苦 汁 二 號	12.37	3.48	36.89	3.92	0.00	0.00
55	原 料 鹽	14.14	2.56	36.47	4.13	0.00	0.22
56	副 産 鹽	9.19	0.46	44.21	2.14	0.00	0.22

〔註〕 (Note) : ○印は著者採集品(○ Marks collected by the author.)

△印は分析依頼品(△ Marks entrusted with analyses in the station.)

(Table I continued.)

硫 酸 SO ₃ %	鹽 素 Cl %	鹽酸不溶解物 Insol. M. in HCl %	水素イオン 濃 度 pH	加里(無水物) K ₂ O (Dry matter) %	産 地 Origin	備 考 Remarks
Artificial Carnallite.						
1.20	39.46	0.10	6.0	27.04	兵庫縣鹽谷村	+
1.02	36.73	0.46	6.2	24.30	兵庫縣的形村	+
0.37	37.09	0.04	6.0	23.85	徳島縣撫養町	+
2.85	35.56	0.20	6.2	23.94	兵庫縣鹽谷村	+
0.96	36.05	0.05	6.0	23.29	香川縣坂出町	○
0.98	37.18	0.07	6.0	22.38	香川縣宇多津町	+
1.29	37.30	0.11	6.4	22.21	山口縣中ノ瀬町	+
2.85	37.30	0.05	6.2	20.77	山口縣平生町	+
1.44	36.50	0.05	6.0	21.70	愛媛縣木ノ浦村	○
3.27	34.83	0.07	6.2	21.74	兵庫縣新濱村	+
2.96	35.56	0.05	6.4	21.12	廣島縣瀬戸田町	+
4.00	38.99	0.06	6.2	18.97	兵庫縣八木村	+
3.28	35.14	0.05	6.2	20.37	岡山縣玉島町	+
1.93	35.90	0.04	6.4	20.79	兵庫縣尾崎村	+
1.62	33.44	0.09	6.2	21.22	兵庫縣大鹽町	+
2.97	35.97	0.09	6.4	18.73	廣島縣瀬戸田町	+
2.28	37.79	0.11	6.2	17.79	岡山縣赤崎町	+
3.92	36.25	0.08	6.2	17.67	廣島縣竹原町	+
3.92	32.37	0.11	6.4	16.62	兵庫縣新濱村	+
Artificial Carnallite; maximum, minimum and average.						
4.00	39.46	0.46	6.4	27.04		
0.37	32.37	0.04	6.0	16.62		
2.27	36.28	0.10	6.2	21.29		
Tubogari or Sulphate of Magnesia						
32.85	0.70	0.03	6.1	0.27	山口縣中ノ瀬町	○
30.88	2.09	0.08	6.1	0.10	香川縣三豊町	○
Hukusan Kokeikuzuyû or Residual Bitterns of Byproducts.						
1.73	34.06	0.02	6.6	2.93	愛媛縣木ノ浦村	○
3.02	33.72	0.03	6.2	2.52	愛媛縣木ノ浦村	○
1.79	33.37	0.08	6.0	2.16	愛媛縣波止濱町	○
0.33	34.16	0.04	8.8	0.85	山口縣中ノ瀬町	○
1.85	33.37	0.06	8.5	0.84	岡山縣赤崎町	○
Genryden or Raw Salt.						
5.03	47.27	0.13	6.0	3.97	香川縣坂出町	○
5.60	46.06	0.13	6.2	2.98	香川縣坂出町	○
2.25	53.01	0.05	6.8	0.50	山口縣中ノ瀬町	○

+ 印は專賣局採集品(+ Marks collected by the Bureau of Monopoly.)

各供試品の炭酸は痕跡なり (The samples contain trace of carbonate.)

人造カーナリット中の加里量を無水物に換算する時は最多 27.04 % 最少 16.62 % 平均 21.29 % となる。而して我國現行肥料取締法規に従へば、製鹽の際副生する加里鹽は加里含量 20 % 以上のものを販賣肥料となし得らるるを以て、ただ單に人造カーナリットをば加里含有量の點のみより考慮し、無水物として取扱ふならばその大多數のものが販賣肥料の範圍に包含せらるるは注目すべきことなり。

3) 曹達 固形苦汁に於ては人造カーナリットに比し、概して著しく多量なり。前者は平均に於て 11.52 % なるに後者は 4.25 % に過ぎず。之を製造方法に徴して考ふる時は、固形苦汁中の曹達の形態は鹽化曹達なりと推定せらる。この鹽化曹達が溫度の變化による溶解度の差異比較的少き性質を有するが爲め苦汁を濃縮する際に於て最初に析出する固形苦汁に多量移りたるものなるべし。

固形苦汁及び人造カーナリット中の所含曹達が全部鹽化曹達の形態にて存在するものとしても、尙其の含量 40 % に達せざるを以て兩者は何れも鹽として我國專賣法の規定に従ふの必要なきものなり。(我國の鹽專賣法は鹽化曹達の含量 40 % 以上のものに適用せらる)。

4) 苦土 固形苦汁と人造カーナリットの間に於ける差異多からず。前者は平均に於て 14.33 %、後者は 13.24 % なり。之が形態を分析結果より推定するに前者は主として硫酸苦土にして、後者は主として鹽化苦土の形態にて存在するものと認めたり。

5) 石灰 固形苦汁及び人造カーナリットは共に含量少く大部分は 0.2 % 以下にして、0.2 % 以上のもの兩者に於て各々僅かに 2 點宛あるに過ぎず。

6) 酸化鐵及び礬土 固形苦汁及び人造カーナリットは共に其の含量少く大部分は 0.3 % 以下にして、0.3 % 以上のもの兩者に於て僅かに 3 點あるに過ぎず。

7) 硫酸 固形苦汁に含有する硫酸は著しく多く最高に於て 31.27 % 最低に於て 17.73 % を示し、其の平均 24.07 % に及べり。之に反し人造カーナリットは前者に比すれば僅少にして最高と雖も 4.00 % にして平均 2.27 % なり。かくの如く前者に於て多量なるは苦汁濃縮の際に硫酸苦土として最初に析出し來たるによるものにして、殊に硫酸苦土(坪刈)を分離せざる苦汁を使用

したる場合に於て多し。

8) 鹽素 平均含量は固形苦汁に於て22.60%、人造カーナリットに於て36.28%にして尙前者は何れも30%以下なるに、後者は30%以上にして後者は前者に比し例外なく多きを認められ、本成分の定量に依り兩者の區別をなし得るものと認む。

9) 鹽酸不溶解物 固形苦汁、人造カーナリットは共に含量0.3%以下のものの大部分にして0.3%以上に達するもの數點に過ぎず。而して何れも0.6%を越へず。

10) 水素イオン濃度 固形苦汁は何れもpH 8.8より大にして、指示藥フェノールフタレンに對し鹽基性反應を呈し、人造カーナリットは何れもpH 6.0乃至6.4にして、指示藥フェノールフタレンに對し酸性反應を呈す。而して固形苦汁の鹽基性反應を呈するは、苦汁濃縮の際に於て鹽化苦土が分解して酸化苦土となり、この鹽基性物質が固形苦汁に混入したるによるものなるべし。

11) 炭酸 固形苦汁其の他各供試品に於ては其の含量少く痕跡なるか或は全く含有せず。

上記の分析結果を基礎とし、西村氏等[5]が計算せる如く、(イ)加里及び曹達は鹽素と(ロ)鹽素尙過剰の場合は苦土と(ハ)殘餘の苦土は硫酸と結合せるものとして固形苦汁及び人造カーナリットの主成分を推定するに、固形苦汁は硫酸苦土、鹽化加里、鹽化曹達及び水分にして、人造カーナリットは鹽化加里、鹽化苦土、鹽化曹達、水分及び少量の硫酸苦土なりとす。

II 硫酸苦土(坪刈)、副産固形苦汁及び原料鹽

硫酸苦土(坪刈)、及び副産固形苦汁は加里含量何れも1.5%以下にしてその主成分は前者は硫酸苦土及び水分、後者は鹽化苦土及び水分なり。

原料鹽は加里含量僅少にして其の成分は鹽化曹達が主なり。従つて原料鹽は食鹽の製造原料として使用せらる。而して原料鹽は我國鹽專賣法の規定に従ふべきものなるを以て專賣局の許可なくして他の用途に供し得ざるものなり。

これ等三者を處によりては加里肥料として使用するものあれどもこれ等は何れも加里含量僅少にして且つ可溶性鹽類よりなり、これ等を加里肥料

として作物に施用する時は作物の生育を害する恐れあるを以て、これ等三者は何れも加里肥料としては不適當なり。

人造カーナリットは獨乙、米國に於て加里肥料として販賣せられつゝあるカーナリットとはその化學的成分大差なきものなるを以て、これを内地に於て加里肥料として使用し得べきものと思はせらるるも、内地の氣候、土質、栽培法、作物等前記の外國と異なる所あるを以て尙栽培試験の成績に依らざれば斷定なし得ざるなり。

固形苦汁は加里含量人造カーナリットに比し一層少きを以て更に作物の栽培試験の成績に依るにあらざれば加里肥料として使用し得べきや否や斷定なし得ざるなり。

尙人造カーナリット及び固形苦汁は吸濕性相當強く肥料的價值を決定するに於ても吸濕の程度を試験すること必要なり。

これ等の試験に就て目下調査中なるを以て後日稿を改めて發表せん。

摘 要

1) 加里を含む製鹽副産物の肥料的價值を研究するに當り、先づ其の副産物の成分の調査を必要とせり。依つて本邦に於ける製鹽業の最も盛なる瀨戸内海沿岸の苦汁工場より試料を採集し分析を施行せり。

2) 分析せし試料を種類別、蒐集方法により分類すれば次の如し。

	專賣局の採集品	著者採集品	分析依頼品
固形苦汁	18	4	5
人造カーナリット	17	2	—
硫酸苦土(坪刈)	—	2	—
湖鹽固形苦汁	—	5	—
原料鹽	—	3	—

3) 固形苦汁及び人造カーナリットの分析成績を總括すれば次の如し。

(イ) 供試したる固形苦汁27點、人造カーナリット19點の分析成績より主なる成分の平均含量を示せば次の如し。

	水分 %	加里 %	曹達 %	苦土 %	硫酸 %	鹽素 %	石灰 %	鹽酸不溶 物 %	水素イオン 濃度 1/11
固 形 苦 汁	24.02	7.10	11.52	14.33	24.07	22.60	0.08	0.18	9.6
人造カーナリット	38.23	13.16	4.25	13.24	2.27	36.82	0.09	0.10	6.2

(ロ) 固形苦汁の主要なる成分を推定するに硫酸苦土、鹽化加里、鹽化曹達及び水分にして、人造カーナリットは鹽化加里、鹽化曹達、鹽化苦土、及び水分なり。

4) 硫酸苦土(坪刈)、副産固形苦汁及び原料鹽は何れも加里含量僅少なり。而してこれ等三者は加里肥料としては不適當なるものなり。

本研究の供試品の過半は大藏省專賣局にその蒐集方を依頼し、送付せられたるものにして、茲にその好意を謝す。なほ諸實驗に就ては多大の努力を煩はしたる技手矢木博氏及び大島秀彦氏に對し厚く謝意を表す。

引用文獻 Literature cited

- 1) Methoden zur Untersuchung der Kunstdüngemittel. Zusammengestellt und herausgegeben vom Verein Deutscher Dünger-Fabrikanten. 1925.
- 2) 肥料分析法、農商務省農事試験場、大正二年。
- 3) 鈴木 寛、清水和雄 食鹽の分析法に關する研究、專賣局中央研究所研究報告、第二十九號、昭和四年。
- 4) 農事試験場特別報告 第十五號、明治三十四年。
- 5) 加里原料調査報告 苦汁ノ部 東京工業試験場報告、大正五年。

ON THE COMPOSITIONS OF THE BYPRODUCTS
CONTAINING THE POTASH IN SALT MAKING

(Résumé)

Yoshizo HAYASHI

1) With the object of inquiring the value of byproducts, as fertilizer containing the potash in salt making, this investigation has been made on the components of the byproducts with the samples collected from bittern-factories on the coast of Seto Inland Sea.

2) The kind of the samples were Kokeikuzuyû (or Residual Bitterns) 27, Artificial Carnallite (or Carnallite) 19, Tubogari (or Magnesium Sulphate) 2, Hukusan-kokeikuzuyû (or Residual Bitterns of Byproducts) 5, and Genryô-en (or Raw Salt) 3.

3) The results of chemical analyses of Kokeikuzuyû and Artificial Carnallite are given under :

a) The records of chemical analyses are shown in Table (pages 336–339), of which a summary is as follows : in the Kokeikuzuyû the H_2O content was 24.02%, K_2O 7.10%, Na_2O 11.52%, MgO 14.33%, SO_3 24.07%, Cl 22.60%, CaO 0.08%, insoluble matter in HCl 0.18%, pH 9.6 in an average of 27 samples, and in the Artificial Carnallite H_2O 38.23%, K_2O 13.16%, Na_2O 4.25%, MgO 13.24%, SO_3 2.27%, Cl 36.82%, CaO 0.09% insoluble matter in HCl 0.10%, pH 6.2 in an average of 19 samples.

b) The main components in the Kokeikuzuyû were $MgSO_4$, KCl , $NaCl$ and H_2O , these in Artificial Carnallite KCl , $MgCl_2$ and H_2O .

4) It was pointed out that the potash contents in Tubogari (or Magnesium Sulphate), Hukusan-kokeikuzuyû (or Residual Bitterns of Byproducts) and Genryô-en (or Raw Salt) were scarce, and that as there are some fears of hindering the growth of plants, they are not suitable for manuring as the potassium fertilizers.

Sclerospora graminicola (SACC.) SCHROET.

の生活史及び寄生性に就て

(露菌科菌類に關する研究 三)

技師 田 杉 平 司

緒 言

粟の「ササラ」病菌(*Sclerospora graminicola* (SACC.) SCHROET.)に關しては既に [24] その生理的性質に就て報告せるが、本報に於ては之が生活史並に寄生性に關する實驗結果を記述し且つその生態種に就て考察せんとす。

從來本菌に關する研究は不充分にしてその生活史も詳ならず且つ寄生性に關しても明瞭を缺けり。即ち生活史に就ては單なる推理に依りて想像をなし、寄生性の點に於ては本邦に於て極めて普遍的に共存する粟及び「エノコログサ」の「ササラ」病菌相互の關係も分明せず、從てその學名に關しても諸説區々にして一定する所なかりき。著者は大正十三年本菌並に本病に關する研究に着手し、同十四年卵孢子に依る接種並に從來同一視せられたる粟及び「エノコログサ」の「ササラ」病菌間の異同に關する成績を完了せり。時偶々北米合衆國に於て MELHUS 及び VAN HALTERN [15] は同國產 *Setaria viridis* 上の「ササラ」病菌 (*Sc. graminicola*) の寄生性に就て著者の成績と全く異なるが如き結果を得たることを報ぜり。依て著者は本邦產菌に關し更に之等の關係を確かむる必要を認め、爾來數十回の實驗を繰返し、略これに關する解決を得、當初の實驗に誤なきを確信するに至れり。依て茲に之等の成績を一括し粟の「ササラ」病に關する研究第二報として報告せんとす。

一 生 活 史

Sclerospora graminicola の生活史に關しては實驗極めて尠なく不明なる事項

頗る多し。從來この問題に就て記述せられたる所を見るに白井 [23]、出田 [10] 等は卵胞子の性狀に基き圃場に於ける卵胞子の越冬に依りて翌年の發病を見るべき事を思惟して防除の方法を記し、又藤黒 [9] は圃場に於ける觀察より卵胞子の越冬に依る第一次發病並に分生胞子に依る傳播を述べたり。更に北米合衆國に於て MELIUS 等 [16] は同國產 *Scd. graminicola* に就て卵胞子に依る發病並に分生胞子に依る傳播を實驗しその生活史の大略を明かにせり。なほ樋浦 [8] も粟及び「エノコログサ」上の卵胞子を使用して子苗に接種し發病せしむるを得、卵胞子に依る第一次發病を明かにせり。

以上の如く從來本菌は大體卵胞子が圃場に殘存して越冬すべき事並に分生胞子に依り傳播すべきことを想像せられたるも殆ど總て實驗を缺きたり。著者は本病に關する研究を開始して以來終始本問題に關し實驗並に觀察を行ひ略之を明かにせり。依て茲に卵胞子の越冬狀態、分生胞子に依る發病の有無等に關する實驗に就て記述し本菌の生活史に關し考察せんとす。

(1) 卵胞子に依る接種

大正十三年(1924)九月長野縣產粟の「ササラ」病標品を得、翌十四年春この標品より採取せる卵胞子を粟種子に塗抹して播下し「ササラ」病を惹起せしむるを得たり。次いで同年秋には更に卵胞子を土壤に混じ、これに種子を播下することに依りても亦本病を發生せしめ得る事實を確め得たり。而して之等の接種方法に就ては著者の實驗と殆ど同時に MELIUS 及び VAN HALTERN [15] も 1924~25 に亘りて實驗を行ひ接種に成功せる事を報ぜり。以下著者の行ひたる實驗方法に就きて記述すべし。なほ茲には種子に卵胞子を塗抹する方法を塗抹法、土壤に卵胞子を混ずる方法を混入法と呼稱せり。

(イ) 塗抹法 圃場に於て採集せる「ササラ」狀病葉を陰乾し、乾燥せる時良く揉みて卵胞子を寄主組織より脱落せしむ。次いで細目の篩にて丁寧なるひ卵胞子中に混在せる寄主組織を除去す。かくして得たる卵胞子(なほ多少の寄主組織細片を混入す)は容器に收めて所要時期迄保存す。又接種用種子は水選せる後 50% 酒精に 30 秒乃至 1 分間、次いで 0.1% 昇汞液中に 3 乃至 5 分間浸漬して消毒す。この種子は直ちに取出して殺菌水中に投入し藥劑を除去せる後陰乾して保存す。接種に際しては上記の種子に少許の水分

を與へて卵胞子を撒布せる際の附着を容易ならしめたる後上述の卵胞子を一定量加へて良く混じ、卵胞子の種子に充分附着せる時直ちに播下す。而して通例卵胞子の量は粟種子 100 粒に對し 0.02 gr. の割合に使用せり。又種子を播下する土壤は豫め「フオルマリン」にて消毒するか或は從來粟を栽培せしことなき土壤又は深土を使用せり。

本實驗の結果は何れの場合に於ても常に良く發病せしむるを得たり。今二、三の例を擧ぐれば第一表に示す所の如し。

第一表 塗沫法に依る接種試験

Table I. Inoculation experiments with oospores, smearing upon host seeds.

塗布卵胞子量 Amount of oospores	播下種子數 Nos. of seeds sowed	發芽植物數 Plants germinated	發病植物數 Plants diseased	發病歩合(%) Percent dis. plants	接種期日 Dates inoculated
0.02gr.	100	—	—	47.6	31/III, 1925
"	"	—	—	41.8	1/IV, 1925
" (1)	"	78	69	87.3	26/IV, 1926
" (2)	"	86	27	33.7	26/IV, 1926
"	"	94	71	75.5	28/IV, 1926
"	"	59	28	47.5	25/V, 1928
"	"	73	16	21.9	14/VI, 1928

備考 (1)…埼玉縣産打切種。(2)…廣島縣産夏粟種。其他は總て No. 124 を供試せり。

(ロ) 混入法 卵胞子及び種子の處理並に供試土壤は(イ)に於けると全く同様なり。卵胞子は土壤 1~2 cm. の深さに混じ、これに種子を播下せり。

本法に依りたる二、三の結果は第二表に示せる如く何れも良く發病を見たるが供試卵胞子量多き程發病も亦多かりき。

第二表 混入法に依る接種試験

Table II. Inoculation experiments with oospores, mixing in the soil.

混入卵胞子量 Amount of oospores	播下種子數 Nos. of seeds sowed	發芽植物數 Plants germinated	發病植物數 Plants diseased	發病歩合(%) % diseased plants	接種期日 Dates inoculated
0.005 gr.	200	193	174	90.20	16/V, 1927
0.01 "	300	222	209	94.14	16/V, 1927
0.02 "	"	219	211	96.35	16/V, 1927
0.005 "	"	233	219	93.99	20/II, 1928
0.005 "	"	258	228	88.37	28/II, 1928
0.005 "	"	234	218	93.16	20/III, 1928
0.002 "	"	261	85	32.57	6/IV, 1929
0.002 "	"	244	89	36.48	14/IV, 1929
0.002 "	"	268	96	35.82	14/IV, 1929

備考 供試粟品種… No. 124

上記二種の接種方法は「エノコログサ」に就ても大正十四年以來實驗せるが、常に良く發病せしむるを得たり(第五表参照)。

(2) 卵胞子の越冬

卵胞子は本菌唯一の耐久性器官なるを以て、本菌の越冬が卵胞子に依るべき事は容易に思惟するを得べし。従てこれが越冬状態、越冬場所を明かにするは本菌の生活史探究上極めて重要なり。而してその越冬に就ては種子に附着せる場合並に土壤中に残存せる場合とを考ふるを得べし。以下之等の事項に關して行ひたる實驗及び考察に就て記述すべし。

(イ) 粟種子に附着せる卵胞子の越冬 本菌の侵害を受けし粟の葉は成熟期頃に至れば「ササラ」状となり無數の卵胞子を四散せしむるを以て、この卵胞子が種子に到達してその表面に附着すべき事は容易に推知するを得べし。又乾燥状態にある卵胞子は大約一年半生存し[24]且塗抹接種法に依れば多數の發病株を生ずる事は前掲接種試驗(イ)に依り明なり。之より見れば本菌卵胞子は粟の成熟又は收穫期に種子に附着して越冬し翌春種子の發芽に際し之を侵害し第一次發病をなすものと考ふるを得べし。

(ロ) 土壤中に於ける卵胞子の越冬 本菌卵胞子は被害葉が「ササフ」状となるに至れば無數に地上に落下し、又收穫に際しては卵胞子の落下と同時に卵胞子の附着せる罹病組織は圃場に落ち圃面及び土壤中に残存すべし。依て之の如き卵胞子が果して越冬し翌春發病の因をなし得るや否やを明かにする爲め昭和二年(20/IX)採集せる卵胞子を同年十二月四日「ワグネル・ボット」三個に撒布し良く土壤と混じたるのち屋外に放置せり。翌昭和三年五月十三日に至り上記「ボット」に粟種子を各 100 粒宛播下し、約一ヶ月を経過せる時發病の有無を調査せり。

第三表 土壤中にて越冬せる卵胞子に依る發病
Table III. Infection produced by oospores overwintered in soil.

試験區番號 Exp. No.	發芽せる植物數 Nos. of plants	發病數 Nos. of infected plants	發病歩合 % infected plants
1	83	2	2.4
2	71	17	23.9
3*	17	3	17.7

備考 *試験區3に於ては多數の種子を雀に食害せられたり。

本實驗の成績は第三表に示せる如く、何れも相當の發病株を生じ土壤中に残存せる卵胞子は容易に越冬して翌春發病の因をなすことを證せり。

なほ卵胞子の圃場に於ける越冬に就ては MELHUS 等 [16] も *Scl.graminicola* の卵胞子が土壤中に在て越冬し翌春發病の因をなす事を報ぜり。

(3) 發病と粟の生長度との關係

粟の種子播下後に於ける生長過程中如何なる時期迄本菌は侵入し發病せしめ得るやを知らんとし本實驗を行ひたり。

先づ粟種子を一定の深さに川砂中に播下し、二面を硝子張とし光線の入る様裝置せる 20°C 定溫器中に靜置して發芽せしむ。而して種子播下後は毎日根を損ぜざる様大さ略同一の植物を一定數宛掘り出し別に用意せる瓦鉢に移植せり。移植用瓦鉢には當場圃場風乾土を充たしたる後實驗 I に於ては種子播下と同時に一鉢當 0.04 gr. の卵胞子を表土 1~2 cm. の深さに混じ給水し置きたり。實驗 II に於ては粟の移植毎に 0.04 gr. の卵胞子を表土に混入せり。又實驗 III に於ては實驗 I と同一方法に依りたるが卵胞子混入と同時に播種する區を加へたり。而して調査は最後の移植を終りたる後 3 週間を経過せる時瓦鉢に硝子鐘を覆ひて分生胞子を生成せしめ發病の有無を検せり。尙實驗 I 及び II は 2/III, 1930、實驗 III は 23/III, 1930 播種せり。供試卵

第四表 粟の生長度と發病との關係

Table IV. Relation of age of seedlings of *S. italica* and susceptibility to oospore infection.

實驗 番 號 Exp.No.	播種期日 Dates seeds planted (A)	接種期日 Date seed- lings ex- posed to oospore (B)	播種及接 種迄の經 過日數 Interval between A and B	植 物 生 長 度 Size when exposed		供試植 物 數 Total plants	發病數 Plants infected	發 病 歩 合 Percent infected
				根 Radicle	芽 Plumule			
I	2/III, 1930	2/III, 1930	1 day	Just showing	—	50	46	90.2
	2/III, "	4/III, "	2 "	Just starting	Just showing	47	42	89.4
	2/III, "	5/III, "	3 "	2~5mm.	1mm.	45	42	93.3
	2/III, "	6/III, "	4 "	10~30mm.	5~10mm.	49	38	77.6
	2/III, "	7/III, "	5 "	20~60mm.	10~25mm.	33	17	51.5
II	10/III, 1930	11/III, 1930	1 day	Just showing	—	50	49	98.0
	10/III, "	12/III, "	2 "	Just starting	Just showing	50	49	98.0
	10/III, "	13/III, "	3 "	2~4mm.	1mm.	45	39	82.2
	10/III, "	14/III, "	4 "	15~30mm.	5~10mm.	47	27	57.5
	10/III, "	15/III, "	5 "	20~55mm.	10~25mm.	36	1	2.8
III	23/III, 1930	23/III, 1930	0	—	—	27	25	92.2
	23/III, "	24/III, "	1 day	Just showing	—	32	31	96.9
	23/III, "	25/III, "	2 "	Just starting	Just showing	25	24	96.0
	23/III, "	26/III, "	3 "	1~3mm.	Just starting	47	46	97.9
	23/III, "	27/III, "	4 "	5~20mm.	1~2mm.	44	31	70.5
	23/III, "	28/III, "	5 "	10~25mm.	5~10mm.	40	12	30.0
	23/III, "	29/III, "	6 "	20~30mm.	8~12mm.	50	4	8.0
	23/III, "	30/III, "	7 "	25~36mm.	10~15mm.	49	5	10.2
	23/III, "	31/III, "	8 "	30~50mm.	20~30mm.	43	0	0
	23/III, "	1/IV, "	9 "	40~60mm.	30~40mm.	48	0	0

胞子は 8/IX, 1929 採集せるものにして粟種子は 1929 年産 No. 124 を供用せり。

第四表を見るに實驗 I, III に比し II は發病率に差異あるを認むべし。この差異は實驗 I 及び III に於ては種子播下と同時に卵胞子を土壤中に混じたるを以て移植當時には既に卵胞子は發芽し發芽管は直ちに寄主體に侵入し得べき状態にありしに反し實驗 II に在ては卵胞子の播下と移植とが同時に行はれたるを以て、移植當時は尚ほ卵胞子は發芽せず、菌の侵入は卵胞子の發芽に要する時間即ち大約 30 時間の後移植當時より更に生育せる寄主體に對して行はれたる結果なるが如し。従て實驗 I 及び III に於ける第一乃至第四日目の移植は夫々略實驗 II に於ける第二乃至第五日目に相當すべし。

上述せる所を考慮して考察するに本菌は粟の生長するに従ひて發病率を減じ、播種後三日目頃迄は發病率に大差なく四日目には稍減じ、五日目には最大發病率の約半数に減じ六乃至七日目に於ては極めて僅か、八日目以後は全く發病することなかりき。之より見れば本菌の寄主體侵入は種子播下後約一週間以内、即ち第二葉を抽出する頃迄に行はれ其後は全く行はれざるものにして侵入の可否は寄主の生長度に依るものと認むるを得べし。

なほ本實驗は種子を 20°C に於て發芽せしめたる場合なるが發芽の際の溫度更に之より高低ある場合には夫々發芽は促進又は遅延すべきを以て之等の場合に於ては本實驗の成績と多少の差異を生ずることあるべし。

Sclerospora 屬菌の侵入が寄主の幼苗期に於て起ることは既に KULKARNI [14] は *Pennisetum typhoideum* の場合に指摘せり。又 MELHUS 等 [16] は米國產 *Scl. graminicola* に就て本實驗と同様發病は寄主の生育進むに従ひて減じ、播種後約 10 日目迄に限らるる事を報ぜり。本邦に於ても樋浦 [8] は前述せる所と同様幼弱なる子苗に對してのみ侵入の行はるることを記述せり。

(4) 分生胞子に依る接種

罹病葉上に無數生成せらるる本菌の分生胞子に依て本病の傳播が行はるるや否や、又「エノコログサ」上の分生胞子と粟との關係を闡明する爲本研究開始以來圃場に於て觀察並に數次に亘る接種試験を施行せり。而して接種試験に際しては分生胞子が短命なる爲めその採取方法を工夫し、一は圃場に於て早朝又は細雨の時新鮮なるものを採集し、他は前報告 [24] に於て述

べたる方法に依り温室内に於て生ぜしめたる分生胞子を供用せり。

(イ) 観察 圃場又は植木鉢に粟及び「エノコログサ」の健全植物を兩种植物の罹病株と混植し、或は相隣接して栽植し傳播の有無を観察せり。而してこの観察は大正十四年以降昭和四年に至る迄連年繼續せり。

本觀察の結果に於ては「エノコログサ」を健、病相混植せる場合に於てのみ傳播を認め得たるも其他の場合即粟を粟及び「エノコログサ」の病植物と並に「エノコログサ」を粟の病植物と混植又は相隣接して栽植せる時は全く傳播を認むる能はざりき。而して「エノコログサ」の場合に在ても通例小斑點、稀に稍大なる病斑を形成するに過ぎざるもの多數なりき。ただ新生の芽は分生胞子に依り侵害され易きものの如く、かかる場合には新生分蘖株及び枝は全體侵害せられたり。之より見れば粟に於ても分蘖せる場合には侵害せらるる事あるべしと思惟せらる。

(ロ) 圃場に於て採集せる分生胞子に依る接種 圃場より採集せる分生胞子を直ちに豫め準備せる健全植物並に健全葉に接種し前者は硝子鐘内、後者は「ベトリ」皿内に靜置し充分濕氣を保たしめたり。供試菌は粟及び「エノコログサ」上のものを用ひ、寄主も同様兩种植物を供試し、接種に際しては分生胞子の浮游液を作り之を各植物に撒布せり。調査は接種後大約1—2週間後病斑の有無を検せり。なほ本實驗は大正十五年より昭和四年に亘り十數回繰返し行ひたり。

本實驗に於ては粟上の菌を粟及び「エノコログサ」、又「エノコログサ」上の菌と粟及び「エノコログサ」に接種せる何れの場合に於ても全く發病を認むる能はざりき。

(ハ) 温室内に於て生ぜる分生胞子に依る接種 3/VII 及び 7/VIII, 1929 數回に亘り温室内に於て分生胞子を生ぜしめ粟及び「エノコログサ」に接種せり。接種に際しては既に温室内に在て分生胞子が脫落し發芽して生ぜる游走子並に葉上に在て未だ發芽せざる分生胞子を供用せり。なほ本實驗に於ては「エノコログサ」の菌は使用せざりき。

本實驗の場合に於ても(ロ)の場合と同様何れも發病を認むる能はざりき。

上述の結果より見れば「エノコログサ」上の分生胞子は「エノコログサ」を侵害するも粟上の分生胞子に依ては通例傳播は行はれざるものの如し。然れども平田榮吉、武内晴好氏等に依れば粟に於ても稀に分生胞子に依り傳播行はるる事あるものの如く、又 MELHUS 等 [15] は *S. viridis* 上の分生胞子によりて Pop corn、*S. viridis* 及び *S. italica* に發病を認めたることを報ぜり。

之を要するに前報告 [24] に述べたる如く分生胞子の生命が極端に短かく凋萎し易き事實と上述せる所とを合せ考ふれば分生胞子に依りて本病が傳播することは殆ど無きか或は極めて稀なるものと認むべく、從て實際の栽培に在ては之に關し殆ど考慮するを要せざるものと思惟するを得べし。

(5) 生活史に關する考察

本菌に依て侵害せられたる粟の葉は收穫期頃に至ればその組織内に無數の卵胞子を生じて「ササラ」狀乃至白髮狀を呈するに至るを以て、卵胞子の附着せる被害組織又は組織より分離せる卵胞子は風其他の媒介に依て散亂し更に收穫に際し四散すべき事明かなり。而してかく四散せる卵胞子は一は土壤中に於て、他は粟種子表面に附着して容易に越冬するを得べし。越冬せる卵胞子は翌春適當なる溫度並に濕氣を得れば發芽して寄主體に侵入し第一次發病を惹起す。第一次發病は粟種子が發芽せる直後土壤中に於て起るものにして、菌の侵入は種子發芽後大約八日目頃迄の甲拆植物に對してのみ行はるるものの如し。かくして罹病せる植物は幼稚なる期間内に枯死する事あるも多くは生長を持續し、遂に再び卵胞子を生ずるに至る。罹病植物はその生育前期に在ては主として分生胞子のみを生じて卵胞子を生ぜず、罹病葉も「ササラ」狀を呈することなし。反之生育後期に至れば主として卵胞子のみを生ずる葉を抽出し、この部分には分生胞子少なく、病葉は「ササラ」狀を呈するに至る。この區別は極めて明瞭にして既に白井 [23] はこの點に着目し簡単に記述せるが他に殆どその差異を記せるものなし。依て以下兩期を「分生胞子期」及び「卵胞子期」とし、その病徴の概略を記述すべし。

分生胞子期 粟は種子の發芽せる直後土壤中に於て菌の侵害を受くるを以て罹病株は幼芽が地表に抽出する當時既に病徴を現はせり。即ち幼芽上には分生胞子を無數に生じ白粉を以て覆はれたるが如き觀を呈す。空氣乾燥せる場合には分生胞子を生ずることなきも幼芽は多少黄白色となり且稍肥厚し容易に健全株と區別するを得べし。第一葉を展開するに至れば病徴は一層明瞭となり且分生胞子の生成益旺盛となる。分生胞子は通例葉裏に生ずるも、空氣中に濕氣多き場合には葉の表面にも亦生じ、往々之等の分生胞子は葉下の地面に落下し白粉を撒布せるが如き狀を呈す。而してこの當時に於ける發病は主として全葉に亘るも時に局部的に限定せられ健全部を残すことあり。一般に發病部は葉色黄綠色化して稍肥厚し、且葉の伸長充分ならずして多少捲曲し萎縮せるが如き外觀を呈す。

上述の如き罹病甲拆植物は時に枯死するに至るものもあるも、その多數は生育を持續し、相次いで生ずる新葉は殆ど例外なく發病し、全植物體に病徴を現はすを常とす。寄主の數葉を生ぜる後に於ける病徴は先に述べたる所と稍異なり、病斑は全葉又は部分的に葉脈に沿ひて平行せる黄綠色條斑として現はる。この病斑部に無數の

分生胞子を生ず。而してこの時期に在ても分生胞子は主として葉裏に生成せられ、濕氣多き場合には葉面にも亦生成せらる。

上述の如き罹病葉は枯死するに至る迄分生胞子のみに生じ決して卵胞子を生じ「ササラ」状を呈するに至るものなし。而して之の如き分生胞子のみに生ずる葉の抽出する時期は通例八月中、下旬頃迄にして其後は卵胞子を生ずる葉を抽出するに至る。

卵胞子期 八月中、下旬に至れば罹病葉中上部に位するものの内一、二葉乳白色斑を混ずるもの或は全葉乳白色化せる心葉を抽出す。この乳白色部は前述黃綠色部と異なり主として卵胞子を生じ分生胞子を生ずること尠なし。而してこの部分は殆ど葉緑素を缺き、肥厚して健全葉の大約二倍の厚さとなり、外觀蠟を塗布せるが如く平滑にして稍光澤を有す。且細胞間隙を走行する菌絲及び隨所に生ぜる無數の卵胞子に依りて極めて脆弱となる。乳白心葉を生ぜる場合には葉は展開すること稀にして捲曲せる儘枯死するもの多く抽穂すること殆どなし。之等の乳白色部は卵胞子の成熟するに従ひて漸次褐色變して枯死し、乾燥するに至れば組織は細裂して卵胞子を四散せしめ、遂には纖維のみを残し外觀「ササラ」状又は白髮状となる。

罹病株はまた時に抽穂することあるも、花穂は正形をなして登熟するに至るもの殆ど無く、例外なく畸形を呈す。即ちかかる花穂に在ては内、外穎は共に異常に伸長し且つ肥大して其狀恰も葉の如く所謂蠟花となる。なほ此畸形化せる穂は紫色を呈し所謂紫穂となるものあり。この葉狀化せる部分にも亦卵胞子を生ずることありて、前述乳白部と同様褐色化して細裂す。

以上記述せるが如き病徴を現はして病葉に再び卵胞子を生ずるに至るも、分生胞子期並にその後生成せらるる無數の分生胞子は極めて短命にして新たに健全植物を發病せしむること稀なるべく、分生胞子に依る本病の第二次傳播は殆ど問題とするに價せざるものと信ず。かくして罹病葉は初秋の候再び「ササラ」状となり卵胞子を四散し翌春發病の因をなすに至る。

附 記 本原稿脱稿後本菌の生活史に關聯して二、三の報告發表せられたり。即ち平田及び武内〔朝鮮總督府農試二十五周年記念誌、21—33, 1931; 朝鮮總督府農試彙、VI, 1—44, 1932〕は卵胞子の發芽、粟及び「エノコログサ」に就て混入法に依る接種に成功せる事を報じたり。又高杉及赤石〔農及園、VII, 2277—2290, 1932; 滿鐵農試研究時報 XI, 1933〕は卵胞子の發芽並に連作圃場に發病多き事を記述せり。

二 Setaria 屬植物の「ササラ」病菌間の關係

粟の「ササラ」病々原菌は從來「エノコログサ」の「ササラ」病々原菌と同一菌種と看做され従て其寄生性も全く同一にして粟の菌は粟及び「エノコログサ」を侵

し又「エノコログサ」の菌は同様兩种植物を侵害するものと信ぜられたり。著者は大正十三年秋長野縣産粟の「ササラ」病標品を得ると同時に當場及び東京市外中野町にて「エノコログサ」の「ササラ」病標品を採集し、之等より得たる卵胞子に依りて翌大正十四年春交互接種を試みたり。然るに其の結果は從來の考と全く反對にして、粟の菌は粟のみを侵して「エノコログサ」を侵さず又「エノコログサ」の菌は「エノコログサ」のみを侵害して粟を侵害することなかりき。時偶々 MELHUS 及び VAN HALTERN [15] は米國産 *S. viridis* 上の「ササラ」病菌 *Scd. graminicola* に就て實驗し、同菌は *S. viridis* の外 *S. italica*, *Panicum miliaceum*, *Euchlaena mexicana* 及び *Zea mays* にも寄生し得る事を報告せり。依て著者は本邦産菌種に關し更に實驗を繰り返す必要を認めて兩來數十回に亘り交互接種を行ひ上述の成績に誤なきを證するを得たり。其後 MELHUS 等 [16] は再び詳細なる報告をなし米國産菌種は前述寄主の外 *Holcus sorghum* 及び *Saccharum officinarum* をも發病せしむるを得ること並に前報文に於て詳記せざりし *S. italica* の内 Japanese millet 及び *Zea mays* の數品種には全く發病せしむるを得ざりし事を述べたり。

なほ著者は先に述べたる如く粟及び「エノコログサ」間の關係に就て實驗を行ふと同時に粟の菌の數種禾本科植物に對する寄生性並に「カラジ」及び「サルカラジ」に關しても實驗を行ひたり。以下之等の實驗に就て記述すべし。

本實驗に際しては胞子の混合を避くる事及び種子に附着し又は土壤中に残存する胞子に依る發病を避くる事に特に留意し實驗を行ひたり。

(イ) 卵胞子の採集 粟及び「エノコログサ」の菌は各日を異にして採集し、卵胞子の取扱に使用せる器具はよく消毒し、採集せる卵胞子は硝子罐に入れて貯藏せり。なほ卵胞子採集の方法は前に述べたる方法に従ひたり。

(ロ) 供試種子 供試種子は先づ水選せる後 50% 酒精に 30 秒、0.1% 昇汞液に 5 分間浸漬消毒す。この種子は數回殺菌水にて洗滌し種子に附着せる藥劑を除去せり。

(ハ) 供試土壤 供試土壤は從來粟を栽培せず且つ附近に粟の栽植なき當場圃場の深土を使用せるも表土を供用せる場合には「フォルマリン」消毒を行ひたり。

(ニ) 接種方法 上述の種子 100 粒に對し卵胞子 0.02 gr. を使用し、塗抹法に依りて接種し、種子は大約 1cm. 内外の深さに播下せり。

(ホ) 調査方法 植物が第三～第五葉を展開せる頃硝子鐘を覆ひて濕氣を充分保たしめ、分生胞子生成の有無に依りて發病の調査を行ひたり。

第五表 粟及び「エノコログサ」間の交互接種試験

Table V. Inoculation experiments with 2 Strains from *S. italica* and *S. viridis* upon *S. italica* and *S. viridis*.

試験 番 號	接 種 試 驗 期 日	寄 主 Hosts	粟 系 卵 胞 子 Oospores collected from <i>S. italica</i>			「エノコログサ」系卵胞子 Oospores collected from <i>S. viridis</i>		
			植物總數 Total nos. pnts.	發病數 Nos. infected	發病歩合 % infected	植物總數 Total nos. pnts.	發病數 Nos. infected	發病歩合 % infected
I	31/III, 1925	粟(<i>S.i.</i>) {No. 124	—	—	47.6	—	—	0
		{No. 124	—	—	41.8	—	—	0
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	—	—	0	—	—	26.7
II	14/IV, 1925	粟(<i>S.i.</i>) No. 124	98	47	48.0	47	0	0
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	100	0	0	79	8	10.1
III	14/IV, 1926	粟(<i>S.i.</i>) {No. 124	—	—	—	98	0	0
		{安兵衛(1)	100	47	47.0	51	0	0
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	173	0	0	80	9	11.1
IV	14/V, 1926	粟(<i>S.i.</i>) {米 優(2)	91	24	26.4	85	0	0
		{豐 後(3)	89	28	31.5	94	0	0
		{平 壤(4)	97	0	0	96	0	0
		{地摩梗(5)	83	7	8.4	82	0	0
		{王白糯(6)	80	30	37.5	90	0	0
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	63	0	0	59	3	5.1
V	11/IV, 1927	粟(<i>S.i.</i>) {No. 124	98	75	76.5	100	0	0
		{打 切(7)	91	66	72.5	93	0	0
		{夏 粟(8)	71	44	62.0	90	0	0
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	62	0	0	66	23	34.8
VI	11/IV, 1928	粟(<i>S.i.</i>) No. 124	95	72	75.8	97	0	0
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	54	0	0	95	15	15.8
VII	27/IV, 1928	粟(<i>S.i.</i>) No. 124	86	59	68.6	100	2 ?	2.0?
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	62	0	0	92	11	12.0
VIII	11/VI, 1928	粟(<i>S.i.</i>) No. 124	93	13	14.0	92	0	0
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	63	0	0	75	12	14.9
IX	10/V, 1929	粟(<i>S.i.</i>) No. 124	64	52	81.3	68	0	0
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	11	0	0	24	15	62.5
X	24/V, 1929	粟(<i>S.i.</i>) No. 124	96	85	88.5	82	0	0
		粟(<i>S.i.</i>) No. 124	62	56	90.3	57	0	0
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	14	0	0	17	9	52.9
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	15	0	0	15	10	66.7
XI	30/V, 1929	粟(<i>S.i.</i>) No. 124	79	50	63.3	47	0	0
		エノコログサ(<i>S.v.</i>)	47	0	0	79	8	10.1

備 考 (Notes): *S.i.*... *Setaria italica*, *S.v.*... *Setaria viridis*

1~8... Varieties: 1...Yasubei, 2...Komemasari, 3...Bungo, 4...Heizyô,
5...Tima-uruti, 6...Tamasiro-moti, 7...Utikiri, 8...Natuawa.

(1) 粟及び「エノコログサ」間の交互接種

大正十四年~昭和四年に亘る實驗にして其結果は第五表に示せり。

第五表に依りて見るに實驗 VII に於て「エノコログサ」の菌に依りて粟に僅

かに 2% の發病を見たる以外は總て同菌に依りて粟に發病せず又粟の菌に依りて「エノコログサ」に發病を認めざりき。之より考ふれば實驗 VII に於ける成績はよく注意せるに拘らず尙ほ兩菌孢子の混合を見たるものなるが如し。依て上述の成績より見れば粟及び「エノコログサ」の「ササラ」病々原菌は其寄生性に於て全く異なるものと認むるを得べし。

(2) SETARIA 屬間の交互接種

朝鮮に於て「カラジ」、「サルカラジ」と稱する *Setaria* 屬植物ありて「エノコログサ」と共に粟畑又は路傍に生育し「ササラ」病に侵さるる事を知り、平田榮吉及び星野巖氏の好意に依りて昭和四年之等植物の被害標本及び種子を入手し粟及び「エノコログサ」と共に交互接種を行ひたり。

「カラジ」(*Setaria* sp.) なる植物は「オホエノコログサ」に極めて類似し「サルカラジ」(*Setaria* sp.) は粟に近き形態を有し恐らく「カラジ」と粟との間の自然交配に依る雜種に非るかと思惟せらる。

第六表 *Setaria* 屬植物間に於ける交互接種
Table VI. Relation of 4 Strains of the fungus and their hosts.

寄主 Hosts	卵孢子系統 Oospores			
	粟 <i>S. italica</i>	「サルカラジ」 (<i>Sarukarazi</i>)	「カラジ」 (<i>Karazi</i>)	「エノコログサ」 <i>S. viridis</i>
粟 <i>Setaria italica</i>	+	+	—	—
「サルカラジ」(<i>Sarukarazi</i>) <i>S.</i> sp.	+	+	+	—
「カラジ」(<i>Karazi</i>) <i>S.</i> sp.	—	+	+	—
「エノコログサ」 <i>Setaria viridis</i>	—	—	—	+

備考 (Notes) +…發病す。Infection occurred.
—…發病せず。No infection occurred.

本實驗の結果は第六表に示せる如く極めて興味ある關係を示せり。即ち粟の菌は粟及び「サルカラジ」を侵すも「カラジ」及び「エノコログサ」を侵害せず、「サルカラジ」の菌は粟、「サルカラジ」及び「カラジ」を侵害するも「エノコログサ」を侵すことなく、「カラジ」の菌は「カラジ」及び「サルカラジ」を侵し粟及び「エノコログサ」を侵さず、「エノコログサ」の菌は「エノコログサ」のみを侵害し他の植物を侵さざりき。即ち之等四種の植物上の菌は明かに各異なる寄生性を有するものなる事を示せり。

(3) 數種の禾本科植物に對する接種

大正十五年四月廿六日及び五月二日粟及び「エノコログサ」の菌の卵孢子を玉蜀黍(砂

糖並に澱粉、「チモシー」、「オーチャードグラス」、「レッドトップ」及び「フオックステール」に塗沫法に依りて接種せり。供試卵胞子は前年秋採集せるものにして接種量は玉蜀黍種子 100 粒に對し 0.1 gr. の他は總て種子微小なる爲め適當量を使用せり。

本實驗に於ては供試五種の植物の何れにも發病せるものを認むる能はざりき。然れ共 MELHUS 等 [14, 15] に依れば米國產 *Setaria viridis* 上の菌は玉蜀黍を侵害し得るものの如きを以て、本邦產菌も更に多數の品種を供用せば玉蜀黍に對しては或は發病せしめ得るやも知れず。

上述せる接種試験の結果を總括して考察するに粟の菌は粟及び「サルカラジ」を侵すのみにして「エノコログサ」、「カラジ」、玉蜀黍、「オーチャードグラス」、「チモシー」、「レッドトップ」及び「フオックステール」を侵害せず。又「エノコログサ」の菌は「エノコログサ」のみを侵し他の植物を侵害せず。更に「サルカラジ」の菌は粟、「カラジ」及び「サルカラジ」を侵し、「カラジ」の菌は「サルカラジ」及び「カラジ」を侵害せり。依て之より見れば粟に對しては粟及び「サルカラジ」の菌が關係を有するのみにして他の菌は全く無關係なる菌種と思考するを得べし。

三 粟、「エノコログサ」、「カラジ」及び「サルカ

ラジ」の「ササラ」病菌間の比較並に論議

1879 年 SCHRÖTER [22] が「エノコログサ」の「ササラ」病菌に就て研究し *Sclerospora* 屬を創定し之に *Scl. graminicola* なる學名を附與して以來粟の「ササラ」病菌も同一菌種と看做され同一學名の下に含まるるものと考へられたり。本邦に於て白井 [23] は 1897 年粟の「ササラ」病菌に關する報文に於て之に *Scl. graminicola* を當てたり。然るに 1902 年に至り TRAVERSO [25] は「エノコログサ」及び粟の菌の卵胞子を比較し、前者に比し後者の大さ稍大なるを認め(第七表)、*Scl. graminicola* なる學名は前者にのみ適用し後者は前者の變種となし *Scl. graminicola* var. *Setariae-italicae* なる新學名を與ふべき事を提唱せり。爾來粟の菌の學名は「エノコログサ」の菌と同一に取扱ふもの及び變種説を取るものとありて明確なる決定を見ずして今日に及べり。即ち BUTLER [1] は 1907 年粟の菌の卵胞子と「エノコログサ」の菌の夫との間に何等差異を認むる能はず從て前者を後者の變種となす理由なしとし *Scl. graminicola* を使用せり。又 SACCARDO [21,

第七表 從來記載せられたる粟及び「エノコログサ」の「ササラ」病菌卵胞子の大きさ
Table VII. The size of oospores on *S. italica* and *S. viridis*, hitherto, described.

著 者 Investigators	寄 主 Hosts	藏 卵 器 Oogonium (μ)	卵 胞 子 Oospore (μ)	
			直 徑 Diameter	膜 Wall
SCHOETER [22]	<i>Setaria viridis</i>	33~45	26~33	4~11(時に17)
TRAVERSO [25]	<i>S. viridis</i>	39~55	23~38	4~6
TRAVERSO [25]	<i>S. italica</i>	53~64	39~45	7~11
SHIRAI [23]	<i>S. italica</i>	—	Av. 33.6576	—
SAWADA [20]	<i>S. italica</i>	35~56 × 32~52	30~43	2~3

22]の著書に於ては初めSCHROETERに依り、後TRAVERSOの所説を採り、ERIKSSON [2,3]は、TRAVERSOの所説に賛し變種説を採用せり。本邦に於ては白井[23]の記述後出田[10]、澤田[20]等は之に従ひたるが、1922年澤田[21]は臺灣産粟の「ササラ」病菌の卵胞子が TRAVERSO の記述せる所と一致せるを理由とし本邦産粟の菌も亦「エノコログサ」の菌の變種とすべき事を述べ、爾來原[7]、中田及び瀧元[17]、笠井[13]、出田[11]等は澤田の所説に賛せり。

上述の如く粟及び「エノコログサ」の「ササラ」病菌は同一菌種となすもの及び前者を後者の變種となすものとありて未だ一定せる所なし。元來之等二種の菌が同屬植物に寄生し且つ同様の病徴を呈するものなるを以て初期の分類に於て同一種とせられたるは故なきに非るべし。又 TRAVERSO 等が兩菌の卵胞子の大きさに差異ある點に着眼し一を他の變種とせるも一理ある所なり。本邦に於ては從來主として粟の菌のみに就て研究行はれ「エノコログサ」の菌に就てはその發生を記述せられたるのみにして、之が寄生性は勿論分生孢子、卵胞子の形狀に關しても殆ど記録なし。従て本邦産菌に就ても直ちに諸外國の所説を適用するは稍早計なりと云ふべく、兩者の異同に關しては尙數多の疑問を残せるものと云ふべし。著者は本研究開始以來終始兩菌並に「カラジ」及び「サルカラジ」の形態並に寄生性に關し比較研究を續行し寄生性に就ては既に述べたり。依て先づ形態に就て比較すれば次の如し。

(イ) 擔子梗 先づ粟の菌に就て見るに、擔子梗は1乃至數本氣孔より抽出するものにして、抽出の當初は棍棒狀を呈するも生長するに従ひて漸次分岐し、終には外觀樹狀を呈するを常とす([24], 第十四圖版 A, C 參照)。主幹よりの分岐は多數の小枝を生じ、この小枝は更に小梗を出し、各小梗上に夫々一個の分生孢子を着生す。主幹よりの分岐は通例2~9回([24], 第二表參照)にして、第一分枝は主幹全長の大約 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{3}{4}$ の位置に於て初まり、主幹と分枝とのなす角度は約30~45度を有す。擔子梗

は無色にして通例隔膜を缺くも往々 WESTON [26] の所謂基脚細胞 (Basal cell) を有するものあり ([24], 第十四圖版 A, C 参照)。擔子梗の全長は大約 70~325 μ 。基部の幅約 6.7~21.0 μ ([24], 第二表参照) を有し、分岐最尖端の小梗は長さ 5.0~10.0 μ (平均 7.5 μ)、基部の幅 2.5~5.0 μ (平均 3.7 μ)、尖端の幅 1.0~2.0 μ (平均 1.5 μ) を有す。

「エノコログサ」の菌に於ても擔子梗抽出の狀況、形狀は略粟の菌と同様にして大正十三年秋の測定に依れば主幹全長 140~275 μ (平均 212.13 μ)、基部の幅 8~15 μ にして粟の菌の 4/XI, 1925 測定 ([24], 第二表参照) と殆ど相一致せり。分岐狀態は一般に粟のものより稍複雜なるが如き傾向を有するもその差顯著ならず。

(ロ) 分生孢子 粟上の菌に就て見るに、分生孢子は無色にして紡錘形をなし尖端に乳頭狀突起を有せり。その大きさは極めて變異に富むものにして今日迄測定せる結果によれば大略 10.9~36 \times 8~24 μ なりき (前報告 [24] 参照)。

「エノコログサ」上の菌に於ても分生孢子の形狀は粟上のものと略相一致し、大きさは

第八表 粟「サルカラジ」、「カラジ」及び「エノコログサ」の「ササラ」
病菌藏卵器及び卵孢子の大きさ。

Table VIII. The size of the oogonium and oospore on *Setaria italica*, S. sp.
(Sarukarazi), S. sp. (Karazi) and *S. viridis*.

寄主 Hosts	産地 Place collected	藏卵器の大きさ Oogonium (μ)	卵孢子の大きさ Oospore (μ)	卵孢子膜の厚さ Oosp. wall (μ)
粟 <i>S. italica</i>	長野縣 (I) Nagano Pref.	39.46~59.64 \times 36.12~57.96 Av. 48.24 \times 44.56	26.04~41.16 \times 24.36~40.32 Av. 33.97 \times 32.32	1.00~3.50
	神奈川縣二宮 (II) Kanagawa Pref.	33.63~53.64 \times 32.72~52.72 Av. 46.63 \times 43.73	25.45~41.81 \times 23.63~41.81 Av. 33.81 \times 32.55	0.91~4.55
	茨城縣 (III) Ibaragi Pref.	39.03~52.36 \times 37.13~49.50 Av. 47.60 \times 43.91	26.66~41.89 \times 24.75~40.94 Av. 32.53 \times 31.99	0.95~3.81
	朝鮮、西鮮支場 (IV) Korea	36.36~54.54 \times 31.82~52.72 Av. 44.80 \times 42.21	23.63~42.72 \times 22.73~40.94 Av. 32.15 \times 30.43	0.91~4.55
「サルカラジ」 S. sp. (Sarukarazi)	朝鮮、西鮮支場 Korea	36.36~55.45 \times 31.82~52.72 Av. 47.20 \times 43.52	25.45~42.72 \times 24.54~41.81 Av. 33.93 \times 32.63	0.91~4.55
「カラジ」 S. sp. (Karazi)	朝鮮、西鮮支場 Korea	39.98~54.26 \times 37.13~49.50 Av. 48.48 \times 45.63	25.70~40.94 \times 23.80~39.03 Av. 34.33 \times 33.02	0.95~3.81
「エノコログサ」 <i>S. viridis</i>	東京、西ヶ原 (1) Tôkyô	36.96~57.96 \times 35.26~55.44 Av. 47.05 \times 43.94	26.88~42.00 \times 25.20~41.16 Av. 34.02 \times 32.75	1.00~4.00
	茨城縣 (2) Ibaragi Pref.	38.01~55.22 \times 36.18~53.31 Av. 47.60 \times 43.91	24.75~44.74 \times 24.75~43.79 Av. 34.19 \times 32.56	0.95~3.81
	兵庫縣 (3) Hyôgo Pref.	41.63~57.35 \times 39.77~56.43 Av. 48.91 \times 47.18	26.83~41.63 \times 24.98~40.70 Av. 35.34 \times 33.79	0.93~3.80

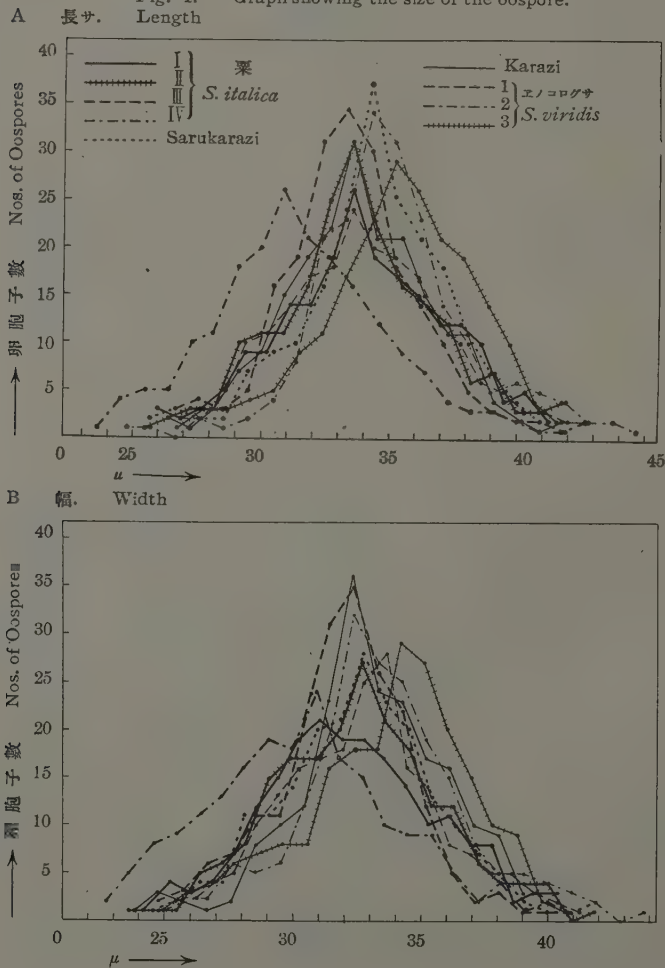
大略 $13 \sim 30 \times 11 \sim 24 \mu$ を有せり。

以上の外分生胞子の發芽狀況、發芽溫度等は兩菌共殆ど相等しく、一分生胞子より生ずる游走子數も相一致せり。唯乾燥に對する耐久力は粟上の菌に比しエノコログサ止のものの方稍大なるを認めたり。又分生胞子の變異(前報告[24]参照)に就ては兩菌共極めて著しき變異を示せるが、粟の菌の方稍變異度大なりき。然れども兩菌共變異の傾向は相等しく、春期小形なるも夏期大となり秋期再び小形を呈し、且つ幅/長さの比率の變化も殆ど同様なりき。

(ハ) 卵胞子 卵胞子に就ては第八表並に第一圖に示す如く、粟上のものは長野、

第一圖 卵胞子の大小

Fig. 1. Graph showing the size of the oospore.



茨城、神奈川の三縣及び朝鮮産の四種、「エノコログサ」上のは茨城縣、東京府及び兵庫縣産の三種、又「カラジ」及び「サルカラジ」は朝鮮産のものを測定せるが其結果に依れば之等卵胞子は何れもその形狀、卵胞子膜の厚さ等略相等しかりき。又その大きさに於ても之等卵胞子間に著るしき差異を認め得ざりしが、粟及び「エノコログサ」上のものの間に僅少の差異あるが如し。即ち粟上の菌は四測定何れも殆ど相等しく、「サルカラジ」上のもの之に酷似せり。「エノコログサ」上の卵胞子は粟のものより稍大なる傾向を有し、「カラジ」上の菌之に類似せり。然れ共之等の差は極めて小にして粟及び「エノコログサ」上の菌を各別種又は變種となす程度のものに非ず。なほ卵胞子の色澤に就ては「エノコログサ」上の卵胞子の方粟上のものより稍濃且つ暗色を帶びたり。

卵胞子の發芽に關しては粟並に「エノコログサ」上のものを何れも供試せるが、前者は極めて容易に發芽管を生じて發芽せるに反し後者は前者に使用せる方法に依りても遂に發芽を認むる能はざりき(前報告[24]参照)。

考察並に結論 以上記述せる如く、粟及び「エノコログサ」上の菌の間には形態上明瞭なる差異を認むる能はざりき。殊に卵胞子の大きさに就ては上述各地産のものを比較するも TRAVERSO [25]、澤田 [20, 21] 等の記述するが如き差異存せざりき。而して第七表に示せる如く著者の測定に比し SCHROETER [22]、TRAVERSO [25] が「エノコログサ」に就て測定せる結果は稍小に過ぎ、粟に於ては澤田 [20, 21] の測定は稍大、TRAVERSO [25] の夫は大に過ぎ、白井[23]の報告のみ相一致せり。且第八表に示せる卵胞子の大きさの範圍は TRAVERSO の記述せる *Scl. graminicola* 及び *Scl. graminicola* var. *Setariae-italicae* 兩者を含む程度の開を有し、且その平均價に於てはむしろ粟上のものより「エノコログサ」上のものの方稍大なる傾向を示し、TRAVERSO の記述と全く反對の結果を現はせり。之より見れば本邦産粟及び「エノコログサ」上の菌は形態殊に卵胞子の大きさに依りて區別する事極めて困難なるべく、從て直ちに TRAVERSO の所說に賛成する能はざるものなり。又「カラジ」及び「サルカラジ」上の卵胞子の大きさも粟及び「エノコログサ」上のものと略相等しく、唯後者は一層粟上のものに類似し、前者は「エノコログサ」上のものに近似せり。なほ之等兩種の菌の擔子梗及分生胞子も殆ど粟及び「エノコログサ」上のものと相等しかりき。

上述の如く供試各菌はその形態上に於ては殆ど差異なかりしも、粟及び「エノコログサ」菌の卵胞子の發芽の難易、分生胞子の變異の大小に稍差を示し殊にその寄生性に於て顯著なる差異を示せり。即ち粟及び「エノコログサ」上の菌は從來の推說と全く異なりて全然別種の寄生性を示し兩者交互に接種

を行ふ事能はざりき。而して「サルカラジ」及び「カラジ」上の菌の寄生性は粟及び「エノコログサ」上の菌の中間に位し、前者は稍粟上の菌に近縁なるものの如く、後者は「エノコログサ」に近きものの如し。従て之等四種の菌はその寄生性並に生理的性質に就て見る時は又全く同一菌種と認むる能はざるべし。

上述せる所より見れば之等四種の菌は形態種として區別すること困難なるべく、従て何れも同一菌種と認め *Sclerospora graminicola* なる學名を適用する事至當なるべし。然れ共既に述べたる如く、卵胞子の大きさ、寄生性等に差異ある點より見れば夫々區別する事亦必要なるべく、従て四種の菌は各 GÄUMANN [4, 5, 6] の所謂形態生態的種 (Morphologisch-biologische Arten) の意を加味せる生態種と看做すこと妥當なるべし。依て茲には之等四種の菌を *Scl. graminicola* の生態種となし次の如く區別せんとす。即ち生態種 I……「エノコログサ」上の菌、同 II……「カラジ」上の菌、同 III……「サルカラジ」上の菌、同 IV……粟上の菌とす。

Scl. graminicola の生態種に就ては既に KULKARNI [14] も考慮せしものの如し。なほ外國産菌種に關しては未だ實驗を行ふ能はざりしも MELHUS 等 [16] の供試菌と本邦産菌種との間には相當差異あるものの如くなるを以て之等も *Scl. graminicola* の一生態種となす事適當なるべしと思推せらる。

尙伊藤 [12] は分生胞子の發芽型に依て *Sclerospora* 屬を分ち *Eusclerospora* 及び *Peronosclerospora* の二亞屬を創設せるが前 [24] に述べたる如く本菌の分生胞子の發芽は主として游走子に依り、又稀に發芽管に依る事あるを以て尙多少考慮を要すべし。然れども其主要發芽型は游走子に依るを以て伊藤の所説を更に廣義に解し、上述二亞屬の特徴を分生胞子發芽の主要型に於ける差異となす場合には其所説を適用するを得べし。従てこの見地よりすれば本菌は上述二亞屬中 *Eusclerospora* に屬せしむべきものなりとす。

四 摘 要

(1) 本報告に於ては粟の「ササラ」病菌の生活史、寄生性、學名に關する實驗並に考察及び他の *Setaria* 屬植物の「ササラ」病菌との比較に就て記述せり。

(2) *Scl. graminicola* 菌卵胞子を寄主の種子に塗抹し又は土壤に混じたる後播種すれば發病せしむるを得。

(3) 卵胞子は種子に附着し又は土壤中に混在して越冬し翌春發芽して寄主植物體に侵入す。菌の侵入は寄主植物の極めて幼弱なる期間即ち播種後大約 8 日目迄の間に於ては發病することなし。

(4) 本病は分生胞子に依りては殆ど傳播せざるものの如し。

(5) 粟の「ササラ」病菌卵胞子は粟の收穫期頃四散して種子表面に附着又は土壤に落下して越冬し翌春寄主の幼弱なる期間に之を侵害し發病せしむ。罹病株は極めて幼稚なる時期より病徴を現はし分生胞子期を経て卵胞子期に至り再び卵胞子を四散す。

(6) 粟の「ササラ」病菌は粟及び「サルカラジ」のみを侵害し、「サルカラジ」上の菌は粟、「サルカラジ」及び「カラジ」、「カラジ」上の菌は「サルカラジ」及び「カラジ」、「エノコログサ」上の菌は「エノコログサ」のみを侵害す。

(7) 粟、「サルカラジ」、「カラジ」及び「エノコログサ」の「ササラ」病菌は形態的には殆ど差異なく、唯寄生性及び生理的性質に於て差異あるを認む。依て之等總ての菌は總括して *Scl. graminicola* なる學名下に統一し、各菌を夫々別個の生態種として區別せんとす。

追記 本稿脱稿後昭和八年度日本植物病理學大會に於て樋浦誠氏も亦粟及び「エノコログサ」上の「ササラ」病菌は夫々 *Scl. graminicola* の生態種となすべしと論ぜり。同一病害に關して行ひたる二つの研究成績が同一結論に到達せるは當然と云ふべきも亦欣快にたへざる所なり。

引用文獻 Literature cited

1. BUTLER, E. J.: Some diseases of cereals caused by *Sclerospora graminicola*. Mem. Dept. Agr. India, Bot. Ser., II, 1907.
2. ERIKSSON, J.: Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturgewächse. 1913.
3. ———: Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturgewächse. Teil I, 1926.
4. FISCHER, E. u. E. GÄUMANN: Biologie der pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze. 1929.
5. GÄUMANN, E.: Über die Formen der *Peronospora parasitica* (PERS.) FRIES. Beih. Bot. Cbl., Abt. I, XXXV, 1918.
6. GÄUMANN, E.: Beiträge zu einer Monographie der Gattung *Peronospora*. Beitr. Krypt. fl. Schweiz. V, Heft 4, 1923.
7. 原 攝 祐: 作物病理學, 1930.
8. 樋 浦 誠: 農作物の露菌病に關する研究, I 粟の露菌病に就て (第三豫報). 農及園, IV, 1929.
9. 藤 黒 與 三 郎: 恐るべき粟の白髮病、朝鮮黃海道種苗臨時報告, V, 1928.
10. 出 田 新: 日本植物病理學、正編、1909—'11.
11. ———: 日本植物病理學、續、上、1926.

12. ITO, S. : Kleine Notizen über parasitische Pilze Japans. 植維, XXVII, 323, 1913.
13. 笠井 尊夫 : スクレロスボラ屬に關する興味(一). 病蟲, XIV, 1927.
14. KULKARNI, G. S. : Observations on the Downy Mildew (*Sclerospora graminicola* (Sacc.) SCHROET.) of Bajri and Jowar. Mem. Dept. Agr. India, Bot. Ser. V, 1913.
15. MELHUS, J. E. and F. H. VAN HALTERN : *Sclerospora* on Corn in America. Phytopath., XV, 1925.
16. MELHUS, J. E., VAN HALTERN, F. H. and DONALD E. BLISS : A Study of *Sclerospora graminicola* (Sacc.) SCHROET. on *Setaria viridis* (L.) Beauv. and *Zea mays* L. Agr. Exp., Iowa State Coll. Agr., Mechan. Arts., Bot. and Plant Path. Sect. Res. Bull. 111, 1928.
17. 中田 覺五郎、瀧 元 清 透 : 朝鮮作物病害目録、勸業模範場報、XV, 1928.
18. SACCARDO, P. A. : Syll. Fung. VII, 1888.
19. ——— : Syll. Fung. XVII, 1905.
20. 澤 田 兼 吉 : 臺灣產菌類調查報告第一編、臺灣總督府農試特報、XIX, 1919.
21. ——— : 臺灣產菌類調查報告第二編、臺灣總督府中研農藥部報、II, 37, 1922.
22. SCHROETER, J. : Die Pilz Schlesiens (Kryptogamenflora von Schlesien). Heft I, 1889.
23. 白井 光 太 郎 : 寄生菌より起る粟の病害に就て、植維、XI, 122, 1897.
24. 田 杉 平 司 : *Sclerospora graminicola* の擔子梗、分生孢子及び卵孢子の生理學的研究、農試彙、II, 2, 1933.
25. TRAVERSO, G. B. : *Sclerospora graminicola* var. *Setariae-italicae* nov. var. Bull. Soc. Bot. ital. IX, 1902.
26. WESTON, W. H. JR. : Nocturnal Production of Conidia by *Sclerospora graminicola*. Jour. Agr. Res. XXVII, 1924.

ON THE LIFE-HISTORY, PATHOGENICITY AND
PHYSIOLOGIC FORMS OF *SCLEROSPORA GRAMINICOLA*
(SACC.)^{*}SCHROET. (*Résumé*)

(Studies on Nipponese Peronosporales III.)

Heizi TASUGI

In the previous paper ([24]-Journ. Imp. Agr. Exp. St., II, 2), the writer has reported some physiologic characters of *Sclerospora graminicola* on *Setaria italica* as the first part of the study. This paper is the second, dealing with the life-history, pathogenicity and physiologic forms of the fungus.

Inoculation Experiment with Oospores (cf. Table I, II, V) :—In the spring, 1925, the seeds of *S. italica*, smeared with oospores of *Scl. graminicola* on *S. italica*, were sown in the experiment farm as well as in pots. When the seedlings appeared above the soil and unfolded the leaves, it was found that many plants were invaded by the fungus. These infected plants produced innumerable conidia upon their leaves and at last oospores in their tissues, revealing the characteristic symptoms of the disease. In the autumn of the same year, other inoculation experiments, in which oospores were mixed up with the soil where the seeds were sown, were also done with success. Similar experiments were made also in *S. viridis*. After such trials, these two

methods of inoculation were adopted throughout the study, which has given quite satisfactory results.

Overwintering of Oospores (cf. Table I, II, III):—In the harvest season, oospores produced on *S. italica* are scattered by the wind or other causes, some of them reaching the surface of the host seeds and adhering to it, while others will fall upon the soil. Oospores on seeds overwinter easily under dry condition [24] and infect the seedlings in the next spring when seeds are sown. Oospores in the soil survive also throughout the winter and attack the germinating seeds in the next spring.

Relation of Age of Seedlings to Infection by Oospores (cf. Table IV):—Seeds were sown in the sterilized sand and held under 20°C. Every day after sowing, the germinating seeds were replanted in the soil mixed with oospores. In Exp. I and III, they were mixed up with the soil on the same day as the seeds were sown, and in the Exp. II, oospores were mixed up with it later, *i.e.* at the time of replanting. In Exp. I and III, oospores were seen already germinating at the time of replanting. In Exp. II, however, oospores never germinated even when the seedlings were replanted, and they germinated first after about 30 hours [24], so that infection may take place in plants about 30 hours older than those in Exp. I and III. If we take the above facts into consideration, it may be recognized that the mycelial infection occurs only upon the germinating seeds which are at most 7–8 days old, decreasing with their age.

Inoculation Experiment with Conidia:—Both diseased and healthy plants were planted in contact with each other. Further, the healthy leaves were inoculated with conidia collected in the early morning in the field or with conidia and zoospores produced in the moist-chamber. In these experiments, however, no infection by conidia was ascertained.

Life-history:—The above mentioned data will lead us to the clear understanding of the life-history of *Sc. graminicola*. In the harvest season, the oospores produced in the tissue partly fall on the soil and partly adhere to the surface of host seeds. They overwinter and infect the seedlings in the next spring. The infected plants soon reveal the characteristic symptoms of the disease which may belong to either one or other described below. The first one which corresponds to the "Conidial Stage" appears in the young host, and is distinguished by yellowish green stripes upon the leaves and by the production of numerous conidia but not oospores. The second which corresponds to the "Oospore Stage" occurs at the approach of the harvest season, and is distinguished by the production of oospores chiefly. The leaves produced in this stage are thick and yellowish white, becoming brown and shredding finally. The diseased plants occasionally produce ears which are always malformed. Thus, in the harvest season, innumerable oospores are produced and scattered again, and innumerable conidia produced on the leaves are not generally able to infect healthy leaves.

Pathogenicity of the Fungus (cf. Table V, VI.):—In 1925, the writer made

inoculations of *S. italica* and *S. viridis* by the two strains of this fungus, using oospores, and found that they differ clearly in their respective pathogenicities. At that time, however, MELHUS and VAN HALTERN [15] reported that they succeeded to inoculate both *S. italica* and *S. viridis* with the fungus from *S. viridis*. So, the writer considered it to be necessary to repeat his experiments. In these experiments which were repeated several times, he got always just the same results as before.

From the writer's experiments, it is clear that the strain from *S. italica* can infect *S. italica* but not *S. viridis*, and the one from *S. viridis* only *S. viridis*.

The inoculation experiments by four strains derived from *Setaria* species (*S. italica*, *S. viridis*, Sarukarazi (*S. sp.*) and Karazi (*S. sp.*)) were also made. The strain from *S. italica* infects *S. italica* and Sarukarazi but not others. The one from Sarukarazi attacks *S. italica*, Sarukarazi and Karazi. Karazi strain infects Sarukarazi and Karazi but not others. The strain from *S. viridis* infects *S. viridis* only.

Comparison of Four Strains and Conclusion (cf. Table V-VIII. Fig. 1.) :— TRAVERSO [25] described the differences of the size of oospores between those from *S. italica* and *S. viridis* and distinguished the former from the latter as a variety, naming it *Scl. graminicola* var. *Setariae-italicae*. In Nippon, SAWADA [21] found that the oospores of the Formosan *Sclerospora* on *S. italica* are large and considered it as a variety according to TRAVERSO's opinion.

In the writer's investigation, the size and appearance of conidiophores and conidia of the above mentioned four strains are quite similar to each other. Concerning oospores, there exist also no sufficient differences among the four to consider them as distinct species or varieties: they differ but slightly in their size, those from *S. italica* being a little smaller than those from *S. viridis* and those of Sarukarazi and Karazi resembling somewhat those from *S. italica* and *S. viridis* respectively.

Basing upon these data, it may be proper to assume these four strains morphologically as one and the same species *Scl. graminicola*. As, however, not only do they differ slightly in the size of their oospore, but also clearly in the pathogenicities, it will be necessary to distinguish them by another way. So the writer thinks it proper to distinguish them as so many physiologic forms, in the sense of GÄUMANN's "Morphologisch-biologische Arten," as follows: Physiologic form I.....strain on *S. viridis*, II.....strain on Karazi (*S. sp.*), III.....strain on Sarukarazi (*S. sp.*) and IV.....strain on *S. italica*.

PUPAE AND COCOONS OF SATURNIIDAE OF NIPPON

Akira KAWADA

Contents

Introduction	367
General characters	368
Phylogeny	369
Key to the genera	370
Descriptions	371

INTRODUCTION

From the standpoint of applied entomology, it seems very important to make possible the identification of an insect pest at any stage of its life-cycle, especially in the case of the immature stages. My first study in this field was dealing with the pupae of the Sphingidae of Nippon, which may be published at an early date. The present paper is a second work of the same purpose and concerning with the pupae and cocoons of the family Saturniidae of Nippon. The reason on which I have chosen this family for the present study was that the material and literature of them were more easily available for me than those of other families of Lepidoptera. The material on which the present study was made was consisting of only 8 species belonging to 7 genera, which represent, however, almost all the species of the family occurring in Nippon proper.

Owing to the fact, that the pupae of the Saturniidae spend their lives in cocoons on twigs and are never protected by soil as those of the Sphingidae, I expected at first, that the morphological characters of them may possibly be modified to some extent by the influence of the environment, and the relationship among the species may be less conspicuously indicated in them than in protected groups. However, the present study shows, contrary to my expectation, that the pupae of all the species examined, which are enveloped in such substantial cocoons, are apparently scarcely affected by possible ecological factors which may cause in some cases considerable adaptive modifications in the morphological characters of insects. The structure and the mode of attachment of the cocoons of different species are also of some importance from the phylogenetical point of view.

My sincere thanks are due to MESSRS. M. YANO, S. KINOSHITA, N. ISHIMORI, N. YAGI, T. SIBAMITI, and N. KUMAZAWA for the valuable help and advice rendered to me, and to Mr. S. MITSUHASHI for his kindness in allowing me the use of his manuscript catalogue of insects of Nippon. Also I take the opportunity to express my thanks to Professor T. ESAKI for the help in the preparation of the present paper.

GENERAL CHARACTERS

The pupa of the Saturniidae of Nippon is always found in a cocoon, and excepting for *Agria tau japonica* LEECH the cocoon is attached on twigs or leaves high above the ground.

Pupae: The body is rather stout. The head, thorax, and abdomen have some secondary setae sparsely scattered on the surface, which are scarcely visible without the aid of a microscope. Faint furrows are often found one each on the vertex and between the proximal end of each antenna and preten-torina. The labrum is always on the ventral surface. The glazed eye-pieces are not defined by a distinct suture from the sculptured eye-pieces and their cephalic end is always adjacent to the antennae. The suture defining the proximal end of the antennae from the head is often very indistinct, while that between the pedicel and the flagellum is usually distinguishable. The antennae are a little shorter and narrower in the females than in the males and have the flagellum broadly pectinate in both sexes, and the stem raised above the level of the pectination. The mandibular area is very often slightly elevated and defined by a furrow. The maxillae are short, never extending half the length between the base of the maxillae and the caudal margin of the wings. It has neither the maxillary palpus nor the labial palpus exposed. The thoracic segments are sometimes furnished with a dorsal ridge more or less developed. The prothoracic legs are always visible, but the coxa is never exposed. The caudal margin of the abdominal segments 4-6 has a membranous part, which makes the segments 5-7 are movable. The spiracular furrows are often visible on the movable segments. The cremaster is not well developed.

Cocoons: The cocoon is ellipsoidal or of spindle-shape, with so-called "exit hole" more or less developed at the cephalic end.

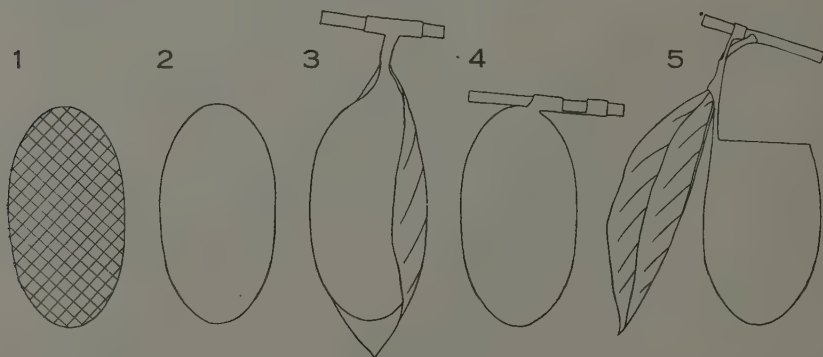


Fig. 1. Types of the cocoons.

1. The cocoons of *Dictyoploca* and *Caligula* belong to this type.
2. The cocoons of *Actias* belong to this type.
3. The cocoons of *Samia* belong to this type.
4. The cocoons of *Antheraea* belong to this type.
5. The cocoons of *Rhodinia* belong to this type.

PHYLOGENY

The generalized type of the pupa and the cocoon of the family Saturniidae from which the different types of specialization have been derived, may be of characters intermediate between those represented in the genera *Aglia* and *Actias*. In this hypothetical type we may find the following generalized characters: The pupa has the maxillae never extending so far as one-fifth the distance between the base of the same and the caudal margin of the wings, the prothoracic and mesothoracic legs always exposed, and many strongly recurved spines at the caudal end of the body; the cocoon is rather loose, and attaches to leaves or twigs at its wall and has not a stalk. It may be presumed that two diverging lines have been developed from such a generalized type, the one may be the stem including the genera *Aglia*, *Dictyoploca* and *Caligula*, and the other line may be consisting of the genera *Actias*, *Samia*, *Antheraea* and *Rhodinia*. In the former line the pupa has such characters as that the surface is roughened, the caudal end of the glazed eye-pieces is adjacent to the cephalic margin of the prothoracic legs, the mesothoracic spiracles are located at the bottom of a conspicuous depression and the mesothoracic legs are narrowly exposed between the antenna and the prothoracic leg for a considerable length. An early branch of this line may be the stem of the genus *Aglia*. Some specializations might then take place in this line, showing various modifications in the prothorax and the caudal end of the body, and at last developed into the type of the genera *Dictyoploca* and *Caligula* of the present time. The genus *Caligula* seems more specialized than *Dictyoploca* in having the mesothoracic legs never exposed. In the structure of the cocoons of this line, we find some peculiar specializations, though nothing can be regarded as such in the mode of attachment. In the latter group the pupa has the surface rather smooth, the glazed eye-pieces ending adjacent to the antennae, the mesothoracic spiracles normal, and the mesothoracic legs exposed only at its distal end. After the genus *Actias* has separated, the pupae of this branch have acquired the maxillae a little longer, and the cocoons with a more or less developed stalk. The genus *Rhodinia* is apparently more closely related to the genus *Antheraea* than to the genus *Samia*, judging by the shape of the body, the form of the spines at the caudal

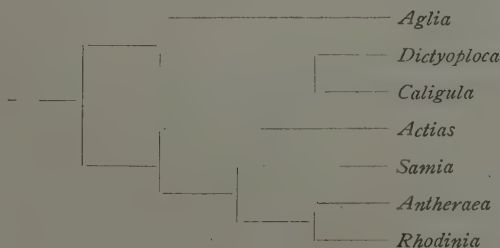


Fig. 2. Phylogeny of the Saturniidae.

end and the mode of attachment of the cocoon. Although the stalk of the cocoon is never free in *Antheraea* as being in *Rhodinia*, it is tied with two silk bands which encircle the twig or the petiole on which the cocoon is attached.

KEY TO THE GENERA

(Pupae)

1. Caudal end of glazed eye-pieces adjacent to cephalic margin of prothoracic legs; mesothoracic spiracles located at the bottom of a lenticular depression; body surface rather roughened 2
 Caudal end of glazed eye-pieces never adjacent to cephalic margin of prothoracic legs, or eye-pieces never visible; mesothoracic spiracles normal; body surface rather smooth 4
2. Caudal end of body with many strongly recurved spines
 *Aglia* OCHSENHEIMER
 Caudal end of body rather quadrate with several slightly curved spines at its caudo-lateral angle 3
3. Antennae separated from each other by legs in male . *Dictyoploca* JORDAN
 Antennae adjacent to meson in male *Caligula* MOORE
4. Maxillae extending less than one-fifth the distance from their base to caudal margin of wings *Actias* LEACH
 Maxillae always extending more than one-fifth the distance from their base to caudal margin of wings 5
5. Caudal end of body never armed with spines *Samia* HÜBNER
 Caudal end of body armed with spines 6
6. Prothorax never with a pair of projections; caudal end of body armed with slightly curved spines *Antheraea* HÜBNER
 Prothorax with a pair of prominent projections; caudal end of body armed with many strongly recurved spines . . . *Rhodinia* STAUDINGER

(Cocoons)

1. Very loose *Aglia* OCHSENHEIMER
 Never loose 2
2. Wall net-like 3
 Wall never net-like 4
3. Rather brown in colour *Dictyoploca* JORDAN
 Tinged with greenish yellow in colour *Caligula* MOORE
4. With a stalk of silk with which it is suspended on a twig 5
 Without a stalk of silk *Actias* LEACH
5. Incased in a leaf *Samia* HÜBNER
 Never incased in a leaf 6
6. Stalk not free, attached along a twig throughout the whole length . . .
 *Antheraea* HÜBNER
 Stalk partly free *Rhodinia* STAUDINGER

DESCRIPTIONS

Genus *Aglia* OCHSENHEIMER

The abdominal segments 8-10 are tapering gradually, forming a cone. The surface of the head, thorax, appendages and wings is rather rugose. The abdomen has irregular ridges with coarse punctures between them, and many short spines on the dorsal surface of the segments 5-7. The caudal end of the glazed eye-pieces is adjacent to the cephalic margin of the prothoracic legs. The maxillae are triangular in outline, extending less than one-fifth the distance from their base to the caudal margin of the wings, being much broader than long. The median thoracic line is elevated on the prothorax, faint on the mesothorax and metathorax. The mesothoracic spiracles are located at the bottom of a lenticular depression. The mesothoracic wings have the anal angle broadly rounded below the cephalic margin of the abdominal segment 4. The metathoracic wings are visible along the entire dorsal margin of the mesothoracic wings, rounded along the angle of the latter, and are not extending so far as one half the length of the caudal margin of the latter. The mesothoracic legs are always represented by a narrow portion between the antenna and the prothoracic leg, and as well as the mesothoracic ones, are adjacent to each other on the meson at the tip. The abdominal segments 5-7 have four or five, more or less interrupted, wavy furrows around the entire cephalic margins. The caudal end of the body is deeply rugose and scattered with many strongly recurved spines.

As the cocoon at my hands was destroyed before my examination, no observation could be made about it.

Aglia tau japonica LEECH

“Ezoyotume”

(PL. XXI, 1.)

A single pupal shell of the female was examined.

The pretentorina is indistinct. The clypeo-labral suture is indicated by a feeble furrow. The labrum is slightly elevated, broadly rounded at the distal end, and broader than long. The antennae in the male are with the sides approximately parallel for the greater part of the length, tapering gradually into a point at the distal end, and extending nearly as far as the caudal end of the mesothoracic legs. The tip of the antennae is separated from that on the opposite side by the narrowed portion of the mesothoracic legs. The stem of the flagellum is slightly raised above the level of the pectinations. The mandibular area is marked out by a feeble furrow on each side of the labrum. Length 29 mm. greatest width 11 mm.

The colour is dark reddish brown.

Genus *Dictyoploca* JORDAN

The abdominal segments 8-10 taper gradually, but do not form a cone-shaped piece. The head, thorax, appendages and wings are roughened with wavy, indeterminate, impressed lines, and the abdomen is scattered with punctures obscured by irregular impressed lines. The caudal end of the glazed eye-pieces is adjacent to the cephalic margin of the prothoracic legs. The maxillae are triangular in shape with its mesal length less than the greatest width, extending for about one-sixth the length of the wings. The median thoracic line is prominently carinate on the prothorax, but weak on the other segments. The mesothoracic spiracles are located at the bottom of a deep depression. The mesothoracic wings have the anal angle broadly rounded below the cephalic margin of the abdominal segment 4. The margin of the metathoracic wings is slightly sinuate, and slightly produced along the angle of the mesothoracic wings, extending scarcely one-third the length of the caudal margin of the latter. The narrow space between each antenna and prothoracic leg is occupied by a portion of the mesothoracic legs which are adjacent to each other on the meson. The spiracular furrows are indistinct. The tenth abdominal segment is somewhat quadrate, and bears four or five stout, slightly curved spines inserted close together at each caudo-lateral angle.

The cocoon (Fig. I, 1) is ovoid in shape, and is attached to leaves or twigs at its wall which is finely reticulate.

Dictyoploca japonica BUTLER

" Kusu-san "

(PL. XXI, 2.)

The pretentorina is distinct. The clypeo-labral suture is scarcely visible. The labrum is somewhat triangular in shape and slightly bilobed at the caudal end. The suture between the proximal end of the antennae and the vertex is scarcely visible. The antennae taper gradually into a point at the distal end, reaching nearly the tip of the mesothoracic legs in the male. In the female they are considerably shorter, extending about one half the distance between the distal ends of the prothoracic and of the mesothoracic legs, and narrower than in the male. The antennae are not adjacent to each other on the meson, being separated by the legs in both sexes. The stem of the flagellum is raised above the level of the pectinations. The mandibular area is indistinct. The spiracles of the abdominal segments 1-2 are often adjacent to the wings. Length 35-50 mm., greatest width 14-17 mm.

The colour is tawny with light brown conjunctivae.

Cocoon: Length 45-52 mm., diameter 21 mm. The colour is brownish tan.

Genus *Caligula* MOORE

The body tapers gradually towards the caudal end, but does not form a cone. The entire surface is roughened with indeterminate, interrupted ridges, which are mostly transverse, and with furrows between them. The caudal end of the glazed eye-pieces is adjacent to the cephalic margin of the prothoracic legs. The maxillae are short, and as long as only about one-eighth the distance from their base to the caudal margin of the wings, being much broader than long. The dorsal thoracic line is very distinct and carinate on the prothorax, but scarcely visible on the other segments. The mesothoracic spiracles are located at the bottom of a lenticular depression. The anal angle of the mesothoracic wings is rounded and opposite to the spiracle of the abdominal segment 4. The metathoracic wings are visible along the entire dorsal margin of the mesothoracic wings, slightly sinuate at the portion opposite to the spiracle of the abdominal segment 2, slightly produced around the angle of the mesothoracic wings, and extend further into the ventral surface less than one half the length of the caudal margin of the latter. The prothoracic legs are adjacent to each other on the meson, but the mesothoracic ones are covered by the antennae. Distinct spiracular furrows are not present, but some low, wavy ridges are distinctly visible over the spiracles of the movable abdominal segments. The abdominal segment 10 is somewhat quadrate, and armed with some stout, slightly curved spines inserted close together at the each caudo-lateral angle.

The cocoon (Fig. I, 1) resembles that of the preceding genus.

Caligula boisduvali jonasi BUTLER

“ Hime-yamamayu ”

(PL. XXI, 3)

Only male specimens were available for my observation.

The pretentorina, the front-clypeal suture and the clypeo-labral suture are all indistinct. The labrum is narrower than is customary in this family and usually slightly bilobed at its caudal end. The suture between the pedicel and the flagellum is more distinct than that which defines the antenna from the vertex at its proximal end. The antennae taper gradually into a point at the distal end, and extend as far as more than two-thirds the distance from the base of the maxillae to the caudal margin of the wings. The tip of the antennae is adjacent to that of the opposite side on the meson for a distance nearly equal to their width. The stem of the flagellum is elevated above the level of the pectinations. The mandibular area is slightly elevated. Usually, the spiracles of the abdominal segment 2, and often also those of the 3, are adjacent to the wings. Length 32–34 mm., greatest width 12 mm.

The colour is dark yellowish brown.

Cocoon: Length 40 mm., diameter 18 mm. The colour is yellowish buff tinged with green.

Genus *Actias* LEACH

The body is rather blunt at the cephalic end. The abdominal segments 8-10 are tapering into a cone-shaped piece. The surface of the body appears almost smooth. The front is slightly roughened with faint striations, the thorax with indeterminate, impressed lines, and the first eight abdominal segments with faint punctures which are more distinct at the cephalic portion of each segment than at the caudal portion. The caudal end of the glazed eye-pieces is adjacent to the mesal margin of the antennae. The maxillae are triangular in shape and do not extend so far as one-fifth the distance from their base to the caudal margin of the wings, and the median length is much less than breadth at the cephalic end. The dorsal line is visible, but scarcely elevated on all the thoracic segments. The mesothorax is armed with a prominent tubercle at the base of each wing. The mesothoracic wings have the dorsal margin rounded from the base, making the anal angle almost impossible to be determined. The metathoracic wings are exposed very narrowly around the entire dorsal margin of the prothoracic wings, extending about one half the length of the caudal margin of the latter and not produced to form an anal angle. The distal two-thirds of the prothoracic legs and the tip of the mesothoracic ones meet with the respective part on the opposite side on the meson. The spiracular furrows on the movable abdominal segments are shallow, separated by fine, more or less wavy ridges, and never extending ventrad beyond spiracle. The caudal end of the body is furnished with many, strongly recurved spines.

The cocoon (Fig. I, 2) is ovoid in shape, and consisting of a thin, "papery" layer and attaches to leaves or twigs at its wall. The exit hole is scarcely visible.

Actias selene HÜBNER

"Onaga-mizualo"

(PL. XXI, 4)

The pretentorina is visible, but the front-clypeal suture and the clypeolabral suture are not distinct. The labrum is neither elevated, nor bilobed, always much broader than long. No distinct suture is visible between the proximal end of each antenna and the vertex. The antennae taper gradually until near the distal end, with mesal margin slightly concave at the tip, and extend as far as the apex of the prothoracic legs, and there is practically no sexual difference in both length and width. The antennae of both the sides never meet on the meson. The stem of the flagellum is very slightly elevated above the level of the pectinations. The mandibular area is indistinct. Length 32-36 mm., greatest width 13-15 mm.

The colour is chestnut-brown with a yellowish face-piece and lighter conjunctivae.

Cocoon: Length 42 mm., diameter 20 mm. The colour is greyish brown.

Genus *Samia* HÜBNER

The body is cylindrical in shape, with the abdominal segments 8-10 tapering rapidly into a cone. The front and the dorsal surface of the thorax and the abdomen are usually roughened with indeterminate, transverse striations. The remainder of the surface is smooth. The glazed eye-pieces are usually invisible in the male. The maxillae extend more than one-fifth the length of the wings. The dorsal line is visible on the prothorax and the part of the mesothorax, but never elevated. The mesothorax has usually a tubercle or a tubercular scar at the base of the wing. The mesothoracic spiracles are normal. The mesothoracic wings have the anal angle rounded in front of the caudal margin of the abdominal segment 3, and the caudal margin slightly concave opposite to the anal angle of the metathoracic wings. The metathoracic wings are almost concealed by the anal angle of the mesothoracic wings on the abdominal segment 3, and produced into a prominent anal angle below the caudal margin of the mesothoracic ones. The prothoracic and metathoracic legs as well as the metathoracic wings of both the sides, when they are not covered by the antennae, meet with each other on the meson. The movable abdominal segments have no distinct spiracular furrows. The caudal end of the body is produced into a blunt tip but bears no spines.

The following key may help to separate the species:

Body usually less than 25 mm. in length; antennae of both sides never adjacent to each other on meson in both sexes; scar of anal prolegs indistinct *S. cynthia pryeri* BUTLER

Body more than 45 mm. in length; antennae of both sides adjacent to each other on meson in male; scar of anal prolegs very distinct . .

. *S. atlas* LINNAEUS

The cocoon (Fig. 1, 3) is composed of two layers. It is always incased in a leaf, attaching to the surface of it, and suspended from the twig by a band of silk spun whole over the surface of the petiole as well as a part of the twig, to which the leaf attaches.

Samia cynthia pryeri BUTLER

"Sinzyu-san"

(PL. XXI, 5)

The pretentorina is distinct, but the front-clypeal and clypeo-labral sutures are not visible. The labrum is scarcely elevated, and bilobed at the caudal

end, being much broader than long. A portion of the glazed eye-pieces is visible in the female, and its caudal end is adjacent to the mesal margin of the antennae. The antennae taper gradually into a point at the distal end, and extend about one half the distance between the distal ends of the prothoracic and of the mesothoracic legs in both sexes, being a little broader in the male than in the female. The tips of both antennae are never adjacent to each other on the meson, being separated by the legs. The stem of the flagellum is slightly raised above the level of the pectinations. The maxillae extend as far as one-third the distance from their base to the caudal margin of the wings, being much longer than broad, with the margin somewhat concave. The mandibular area is indistinct. The mesothorax shows a scar of the tubercle at the base of each wing. Length 25 mm., greatest width 12 mm.

The colour is chestnut-brown.

Cocoon: Length 40-43 mm., diameter 18-22 mm. The colour is greyish brown.

Samia atlas LINNAEUS

“Yonakuni-san”

(PL. XXI, 6 & 7)

The front is elevated and specially marked with fine transverse striations. The clypeo-labral suture is indicated by a depression. The labrum is bilobed at its caudal end and its width is greater than the length. The glazed eye-pieces are never visible in both sexes. The antennae taper gradually into a point towards the distal end, and the length and width vary greatly between the sexes, being much longer and broader in the male. They extend more than one half the length of the wings in the male while in the female never so far as the distal end of the mesothoracic legs. The antennae in the male meet on the median line and lie adjacent to each other for a distance nearly equal to their width, but those in the female are separated by the legs. The stem of the flagellum is slightly elevated above the level of the pectinations. The maxillae extend for a distance more than one-fifth the length of the wings, with their median length a little longer than the greatest width. The cephalo-lateral angle of the maxillae is adjacent to the antennae in the male, while to the prothoracic legs in the female. The mandibular area is never distinctly defined. The mesothorax is slightly tuberculate at the base of the wing. A part of the prothoracic legs and the mesothoracic legs are covered by the antennae in the male. The spiracles of the abdominal segments 2 and 3 are usually adjacent to the wings. The scar of the anal prolegs is prominently projected and very distinct. Length 48-50 mm., greatest width 19-21 mm.

The colour is chestnut-brown, darker on the dorsal surface. The conjunctivae are lighter.

Cocoon : Length 68–78 mm., diameter 27–33 mm. The colour is greyish brown.

Genus *Antheraea* HÜBNER

The abdominal segments 8–10 taper posteriorly, forming a cone. The surface of the body is almost smooth. The glazed eye-pieces are never visible. The maxillae extend about two-fifths the distance from their base to the caudal end of the wings, being much longer than broad. The dorsal line is distinct and elevated on the prothorax, but indistinct on the meso- and metathorax. The mesothorax shows a scar of the wing tubercle. The mesothoracic spiracles are normal. The anal angle of the mesothoracic wings is rounded opposite to the spiracle of the abdominal segment 4. The metathoracic wings are exposed along the entire dorsal margin of the mesothoracic ones and slightly produced around the angle of the latter and further extending along one-third of their caudal margin. Pro- and mesothoracic legs are both covered by the antennae in the male, and are adjacent to the respective parts on the opposite side on the meson in the female. On the dorsal surface, cephalic margin of the abdominal segments 5–7 form a heavily raised line which is extending laterally nearly to the spiracular line. The caudal end of the body is scarcely produced and armed with slightly curved spines, arranged in two groups, and nearly all of them are pointed dorsad.

The cocoon (Fig. I, 4) is ovoid in shape, with a heavy wall. The exit hole is scarcely visible. It is attached on leaves by loose fibres and fastened by a band of silk which encircles the twig always at two positions.

Antheraea yamamai GUÉRIN

“Yamamayu”

(PL. XXI, 8 & 9)

The pretentorina is indistinct. The clypeo-labral suture is usually indicated by a furrow. The labrum is never elevated and much broader than long. The suture between the proximal end of the antenna and the vertex is indistinct. The antennae taper gradually into a point at the distal end, with the stem of the flagellum projecting slightly beyond the pectinations in the male; the length and width are much greater in the male than in the female. They extend about three-fourths the distance from the base of the maxillae to the caudal margin of the wings in the male, and slightly beyond the tip of the prothoracic legs in the female. The antennae in the male meet on the meson, lying adjacent to each other for a distance nearly equal to the width, while those in the female, contrary to the male being separated by the legs. The stem of the flagellum is distinct and raised above the level of the pectinations. The mandibular area is distinct. The spiracles of the abdominal segments 2 and 3 are often adjacent to the wings in the male. Length 34–40 mm., greatest width 16–19 mm.

The colour is dark purplish brown.

Cocoon: Length 40-46 mm., diameter 21-24 mm. The colour is yellowish green.

Genus *Rhodinia* STAUDINGER

The body is tapering towards both the cephalic and caudal ends. The surfaces of the front, thorax and appendages are slightly roughened with indeterminate, transverse striations, which are deeper on prothorax. The remainder of the surface is smooth. The caudal end of the glazed eye-pieces is adjacent to the mesal margin of the antennae. The maxillae are long, extending as far as two-fifths the length of the wings, with the mesal length greater than the greatest width. The dorsal line is somewhat carinate on the prothorax, but weak on the others. The prothorax shows a pair of large tubercles. The mesothoracic wings have the anal angle rounded below the cephalic margin of the abdominal segment 4. The metathoracic wings are scarcely visible at the portion opposite to the spiracles of the abdominal segment 2, but otherwise entirely visible around the mesothoracic wings slightly beyond the anal angle of the latter. The tip of the prothoracic legs and the entire mesothoracic ones are covered by the antennae. No spiracular furrow is present. The caudal end of the body bears many strongly recurved spines directing dorsad.

The cocoon (Fig. I, 5) is vase-shaped. The exit hole is large, well defined, slit-like. The cocoon has one or two small holes at the caudal end and a small chamber just inside of it, which is separated by a membrane of the silk from the main chamber. It is suspended by a long band of silk which encircles once each the twig and the petiole.

Rhodinia fugax BUTLER

"Usutabi-ga"

(PL. XXI, 10)

The pretentorina and the clypeo-labral suture are not distinct. The labrum is somewhat triangular in shape with the width greater than the length and slightly bilobed at the caudal end. The antennae taper gradually into a point at the distal end. They reach nearly the caudal margin of the wings in the male. The antennae in the female are much shorter and narrower than in the male. The tips of both the antennae are adjacent to each other beyond the maxillae for a distance nearly equal to the width. The stem of the flagellum is raised above the level of the pectinations, and has a row of minute tubercles. The mandibular area is never distinguishable. Length 23-30 mm., greatest width 14-16 mm.

The colour is chestnut-brown.

Cocoon: Length 40 mm., diameter 21 mm. The colour is yellowish green.

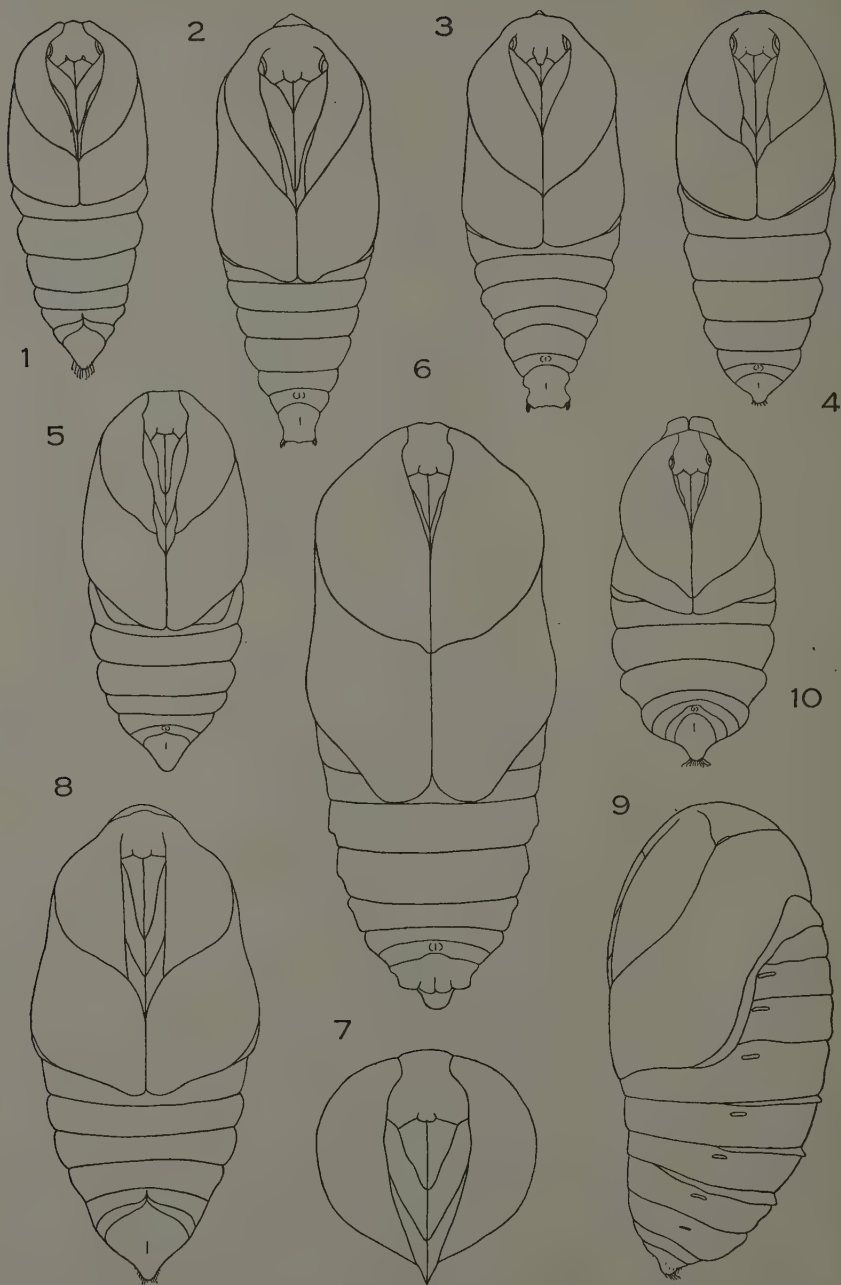
Bibliography

- DUSUZEAU, MM. et SONTTHONNAX, L. Essai de Classification des Lépidoptères producteurs de Soie. Labonatoire d'Etudes de la Soie, Roport de la Commission, 1895, pp. 67-112, Pls. I-XXIII.
- MOSHER, E. The Classification of the Pupae of the Saturniidae. Annals of the Entomological Society of America, Vol. IX, 1916, pp. 136-156, Pls. V-VI.
- A Classification of the Lepidoptera based on Characters of the Pupa. Bulletin of Illinois State Laboratory of Natural History, Vol. XII, Article II, 1916.
- PACKARD, A. S. Monograph of the Bombycine Moths of North America including their Transformations and Origin of the Larval Markings and Armature, Part III, Families Cera-
tocampidae (excluding of Ceratocampinae) Saturniidae, Hemerileucidae, and Brahmeidae, Memoirs of the National Academy of Science, Washington, Vol. XII, Part 1, 1914.
- TUTT, J. W. A Natural History of the British Lepidoptera, Vol. I, 1900; Vol. III, 1902.
- YAGI, N. Nippon Yasei Kensityû-rui Bunrui (1). Ueda Sansi Senmon Gakkô Dôshôkaihō, Vol. XI, 1921, pp. 1-27.
- The cocooning behavior of a Saturnian caterpillar (*Dictyoploca japonica*): a problem in analysis of insect conduct. The Journal of Experimental Zoology, Vol. XLVI, 1926, pp. 245-259, Pl. 1.

Explanation of Plate

Pupae ×2

1. *Agia tau japonica* LEECH, female (ventral view).
2. *Dictyoploca japonica* BUTLER, male (ventral view).
3. *Caligula boisduvali jonasi* BUTLER, male (ventral view).
4. *Actias selene* HÜBNER, male (ventral view).
5. *Samia cynthia pryeri* BUTLER, male (ventral view).
6. *Samia atlas* LINNAEUS, male (ventral view).
7. Ditto, female (ventral view of head and appendages).
8. *Antheraea yamamai* GUÉRIN, female (ventral view).
9. Ditto (lateral view).
10. *Rhodinia fugax* BUTLER, male (ventral view).



二化螟蟲の等發生帶に就いて

囑託 八 木 誠 政

目 次

緒 言.....	381
二化螟蟲各期の有効積算溫度	382
世代數、發蛾回數及各期初發蛾月日の計算.....	383
計算値と實測値との比較.....	388
等發生帶の想定.....	389
要 結.....	393
英文摘要.....	394

緒 言

從來二化螟蛾の發生期豫想は例年の記録のみに頼り氣溫と螟蟲の發育とを連絡考慮して發表されたるものなし。然るに螟蟲の發育速度が溫度により支配さるること最も大なるべきは其の發蛾初期が南方の溫暖地方に於て早く、北方の寒冷地方にあつて遅きを見ても察知さるる所にして、事實當昆蟲部に於ける試験並に春川[1]、三原[2]等の報文に見るも適溫範圍内に於ては明に發育速度は溫度に對し直線的關係を示すを見る。但し發育速度が嚴密なる意味に於て溫度に比例するものにあらざるは今更云ふを俟たざる所なれども、應用を目的とする有効積算溫度の算出には積算溫度の法則を肯定し、その法則に與ふる BLUNK [3] の式を採用するは差支へなきものと信ず。依りて余は二化螟蟲の有効積算溫度を基礎とし、本邦並に近接國に於ける發蛾初期を算定し、毎月同旬に發生する地方を一括して此れを等發生帶と名付け以つて二化螟蟲發生期日の豫想に便せむとせり。

尙ほ二化螟蟲の發育に要する有効積算溫度と各地の氣溫の月平均より、本種生存の能否を算定し得るを以つて、本文中には其結果をも記録せり。之に關しては既に發表せられたる本場技師木下周太及河田黨兩氏の二化螟

蟲分布の研究[4]あり。之を参照せられたし。

本報文を公にするに當り種々貴重なる助言を與へられたる木下技師に對して重厚の謝意を致し、更に飼育試験成績を提示せられたる河田技師に對し深く感謝の意を表す。

二化螟蟲各期の有効積算溫度

二化螟蟲の發育に要する有効積算溫度の算定は次の方法によれり。即ち自然狀態下の外圍溫度に近き定溫度にて飼育せる卵期、幼蟲期及蛹期の發育限界低溫度以上の溫度に、各期完了に要せる日數を乘じ之を算出せり。

第一化期の卵期に於ける有効積算溫度は次表の如くにして、その平均値は 91.6 日度となる。但發育限界低溫度は 12°C とす。

第一表 卵期有効積算溫度 (第一化期)
Table I. Total effective temp. of egg, 1st blood.

外 溫 Temp.	卵 塊 數 N. of egg cluster	産 卵 月 日 Date of ovip.	卵 期 間 Egg period	有効積算溫度 Effective temp.
21.0°	8	VI. 24	10 days	90.0 day degree
21.0°	6	VI. 25	10	90.0
22.5°	8	VI. 24	9	108.0
22.5°	8	VI. 25	9	96.0
22.5°	3	VI. 24	8	84.0
24.0°	1	VII. 7	8	94.5
30.0°	1	VII. 7	6	94.5
30.0°	3	VI. 25	5	90.0
30.0°	8	VI. 25	5	90.0

第二化期の卵期に於ける有効積算溫度は次表の如し。

第二表 卵期有効積算溫度 (第二化期)
Table II. Total effective temp. of egg, 2nd blood.

外 溫 Temp.	卵 塊 數 N. of egg cluster	産 卵 月 日 Date of ovip.	卵 期 間 Egg period	有効積算溫度 Effective temp.
20.0°	3	VIII. 26	7 days	91 day degree
25.0°	3	VIII. 26	10	80
30.0°	3	VIII. 26	5	90
30.0°	3	IX. 4	5	90

上表に見るが如く第二化期に於ける卵期の有効積算溫度は平均 90.3 日度にして、之を第一化期のそれに比すれば大差なきものと知り得べし。即ち如上二期の結果より平均を求め 91 日度を得。よつて著者は之を以つて二化螟蟲の卵期の有効積算溫度とせり。

次に幼蟲期の有効積算温度に就いては、第一化期の幼蟲を室内にて飼育したる時の自記温度計より毎時の温度を求め、雌雄別に各個體に就き計算せり。但し幼蟲の發育限界低温度は 12°C とす。

第三表 幼蟲期有効積算温度 (第一化期)

Table III. Total effective temp. of larva, 1st blood.

雄 (male)				雌 (female)			
個體 No.	孵化月日 Hatch. date	幼蟲期間 Larv. per.	有効積算温度 Effect. temp.	個體 No.	孵化月日 Hatch. date	幼蟲期間 Larv. per.	有効積算温度 Effect. temp.
1	VII. 5	33 days	481.1 ^{day deg.}	1	VII. 1	41 days	557.1 ^{day deg.}
2	VII. 5	34	499.9	2	VII. 1	45	626.6
3	VII. 1	38	559.2	3	VII. 2	43	577.1
4	VII. 2	39	524.4	4	VI. 30	43	627.5
5	VII. 2	41	561.1	5	VI. 30	43	627.5
6	VII. 2	41	561.1	6	VI. 30	43	627.5
7	VI. 30	37	504.1	7	VI. 28	38	516.0
8	VI. 30	41	578.8	8	VII. 2	35	475.0
9	VI. 30	41	578.8	9	VII. 2	35	475.0
10	VI. 28	38	516.0	10	VII. 2	43	624.0
11	VII. 2	32	438.0	平均 (Av.)			573.3日度
12	VII. 2	35	475.6				
13	VII. 2	35	475.6				
14	VII. 2	37	511.8				
平均 (Av.)			518.8日度				

蛹期の有効積算温度は雄に於ては 174.95 日度、雌に於ては 170.60 日度なり。此の値は西川 [2] の計算値を採用す。以上により發育三期の有効積算温度を通算し得べし、即ち二化螟蟲の雄に於ては 784.75 日度、雌に於ては 834.90 日度なり。

世代數、發蛾回數及び發蛾初期の計算

二化螟蟲の世代數が一地方に於て一年間に何回繰反さるべきかは其地方に於ける發育限界低温度以上の氣温(一日平均或は月平均)と日數との積數を本螟蟲の有効積算温度にて除したる商によりて提示さるるものとす。然るに前項に於て記せる如く、有効積算温度は性によりて差あるを以て、二者の平均を以つてするか、或は他の算出を要す。一般に動物の繁殖に際し性別の存するものに於ては生殖上兩性が共存するを要するを以つて一方の性のみの有効温度を適用するは不可なり。故に兩性の温度値を平均して發生回數を算出することによりて兩性を代表する一世代の有効積算温度とせり。

即ち卵期91、幼蟲期546.05、蛹期172.77の合計809.82日度なり。

因に計算の便宜上より見れば、蛹期の發育限界溫度は他の二期より2度低くして不便なるを以て、此の期も他の期と同溫度の 12°C を以つて發育限界低溫度と看做せば蛹期の有効積算溫度は160日度となり、之を他の二期と合計して796.35日度を得。此の價を採用すれば各地方に於ける有効溫度は 12°C 以上の氣溫より開始するものと看做され世代數及び發蛾回數の算出には便利なり。

故に世代數の計算を行ふに當りては、中央氣象臺發行の日本及隣邦氣候圖中の日本及隣邦氣候表に掲げられたる平均氣溫表を基礎として各測候所所在地に於ける平均の氣溫を以つてその地の有効溫度を算出せり。即ち 12°C 以上の月平均溫度を有する月は 12°C 以上の溫度に其月の日數を乗じ、一ヶ月間の有効溫度積算値となし、斯る方法を一年間に適用して各地の總有効溫度積算値を出したり。世代數は上記の如くにして出したる總有効溫度積算値を796.35日度にて除したる値を以つて此に當てたり。

發蛾回數は一世代の内に必ず一回起ること當然にして、發蛾は蛹期の終ると同時に起るものなり。故に蛹期の積算溫度値160日度は一世代の積算溫度値を1とせるものに對し0.194なるを以つて、世代數の値が整數以上に0.194を出せば發蛾回數は一回を増すものとす。例へば世代數が1.2ならば發蛾回數は2回なり。又0.7以上1.0迄は幼蟲にて越年し、二年目に一世代を完了するものと看做して、發生回數は年一回となしたれども之は見掛けの發生回數なり。

第一化期發蛾初期の決定に當りては越冬せる幼蟲が蛹の發育限界低溫度たる 10°C 以上に到達せば直に蛹化を開始し、以後 10°C 以上の溫度繼續により蛹期を完了するものと認めて計算せり。即ち蛹期の有効積算溫度の平均172.77日度を用ひ、此の數を月平均の溫度が 10°C を超過したる月より、その月の全日數が超過溫度を示すものと看做して172.77日度を超過溫度にて除したる數を蛹期間とし、夫が完了の日を發蛾の日となしたり。

次に第二化期發蛾初期は、第一化期發蛾の翌日を産卵日と看做し、卵期の有効溫度積算91日度と幼蟲期の有効溫度積算546.05日度とを合計せる637.05日度を 12°C 以上に出でたる溫度にて除し、その値を以つて二期の完了期

とせり。而して其日より以後は蛹期に入るものなる故、 10°C 以上に出づる温度を以つて蛹期有効積算温度 172.77 日度を除し、其結果より發蛾月日を算出したり。

最後に第三化期初發蛾月日は第二化期初發蛾日と同様なる算出によりて決定せり。以上の如くにして各測候所所在地毎に得たる結果を次表に示したり。

第四表 各地有効積算温度、世代數、發蛾回數及第一化乃至第三化發蛾初期

Table IV. Accum. total effective temp. of locality, num. of generation, num. of moth emergence, & date of moth emerg.

地名 Locality	有効積算温度 Ann. total effect. temp.	世代數 Num. of gen.	發蛾回數 Num. of emerg.	一化發蛾期 Date of 1st emerg.	二化發蛾期 Date of 2nd emerg.	三化發蛾期 Date of 3rd emerg.
1	4503.2	5.5	6	—	—	—
2	4042.2	4.9	5	—	—	—
3	3699.8	4.5	5	—	—	—
4	3524.3	4.3	5	—	—	—
5	4293.9	5.2	6	—	—	—
6	3742.7	4.5	5	—	—	—
7	4014.4	4.9	5	—	—	—
8	3639.7	4.4	5	—	—	—
9	3237.4	3.9	4	—	—	—
10	2118.0	2.6	3	IV. 26	VII. 23	IX. 19
11	2102.8	2.6	3	IV. 25	VII. 21	IX. 20
12	1969.4	2.4	3	V. 5	VII. 27	IX. 27
13	1885.3	2.3	3	V. 7	VII. 28	IX. 29
14	1868.8	2.3	3	V. 9	VIII. 3	X. 13
15	1688.7	2.1	2	—	—	—
16	1761.0	2.1	2	V. 12	VII. 30	X. 12
17	1768.1	2.1	2	V. 12	VIII. 2	X. 9
18	1804.8	2.2	3	V. 12	VIII. 6	X. 8
19	1811.0	2.2	3	V. 12	VIII. 2	X. 11
20	1780.3	2.2	3	V. 10	VIII. 2	X. 9
21	1755.2	2.2	3	V. 14	VIII. 6	X. 20
22	1902.6	2.3	3	V. 11	VIII. 2	X. 5
23	1816.4	2.2	3	V. 12	VIII. 2	X. 11
24	1869.3	2.3	3	V. 13	VIII. 2	X. 6
25	1927.0	2.3	3	V. 8	VII. 30	IX. 30
26	1913.0	2.3	3	IV. 27	VII. 27	IX. 30
27	2119.5	2.6	3	IV. 26	VII. 23	IX. 22
28	1919.6	2.3	3	V. 5	VIII. 3	X. 11
29	1811.4	2.2	3	V. 12	VIII. 2	X. 11
30	2133.1	2.6	3	V. 10	VIII. 2	X. 8
31	1909.0	2.3	3	V. 10	VII. 30	IX. 30
32	1905.5	2.3	3	V. 9	VII. 30	X. 1
33	2029.1	2.5	3	V. 5	VIII. 2	X. 8
34	1737.7	2.1	2	V. 15	VIII. 7	X. 27
35	1817.0	2.2	3	V. 11	VIII. 3	X. 14
36	1746.7	2.1	2	V. 13	VIII. 2	—
37	1670.4	2.0	2	V. 17	VIII. 7	—
38	1593.8	1.9	2	V. 25	VIII. 13	—
39	1618.5	2.0	2	V. 17	VIII. 11	—
40	1646.1	2.0	2	V. 18	VIII. 9	—

第四表續き (Table IV. continued.)

地名 Locality	有効積算温度 Ann. total effect. temp.	世代數 Num. of gen.	發蛾回數 Num. of emerg.	一化發蛾期 Date of 1st emerg.	二化發蛾期 Date of 2nd emerg.	三化發蛾期 Date of 3rd emerg.
41	1522.9	1.9	2	V. 25	VIII. 12	—
42	1590.8	1.9	2	V. 21	VIII. 13	—
43	1633.8	2.0	2	V. 19	VIII. 10	—
44	1734.5	2.1	2	V. 14	VIII. 4	—
45	1606.2	1.9	2	V. 20	VIII. 10	—
46	1523.4	1.8	2	V. 26	VIII. 16	—
47	1529.5	1.9	2	V. 31	VIII. 17	—
48	1446.8	1.8	2	VI. 3	VIII. 22	—
49	1807.1	2.2	3	V. 9	VIII. 5	X. 19
50	1836.4	2.2	3	V. 8	VIII. 4	X. 16
51	1807.1	2.2	3	V. 12	VIII. 8	—
52	1612.0	1.9	2	V. 15	VIII. 11	—
53	1799.7	2.2	3	V. 9	VIII. 10	X. 26
54	1603.2	1.9	2	V. 15	VIII. 23	—
55	1431.7	1.7	2	V. 26	VIII. 20	—
56	1394.5	1.7	2	V. 26	VIII. 21	—
57	1633.0	2.0	2	V. 14	VIII. 7	—
58	1650.8	2.0	2	V. 18	VIII. 10	—
59	1477.3	1.8	2	V. 22	VIII. 15	—
60	1268.6	1.5	2	VI. 4	VIII. 26	—
61	1106.0	1.3	2	VI. 7	VIII. 31	—
62	1296.1	1.6	2	V. 29	VIII. 16	—
63	1462.0	1.8	2	VI. 2	VIII. 21	—
64	1078.3	1.3	2	VI. 8	IX. 6	—
65	1781.9	2.2	3	V. 9	VIII. 10	X. 29
66	1253.2	1.5	2	VI. 5	VIII. 27	—
67	1548.1	1.9	2	V. 30	VIII. 16	—
68	1483.8	1.8	2	VI. 5	VIII. 23	—
69	885.4	1.0	1	VI. 12	IX. 9	—
70	1312.8	1.6	2	V. 22	VIII. 16	—
71	1222.7	1.5	2	VI. 5	VIII. 27	—
72	959.6	1.2	2	VI. 9	IX. 6	—
73	928.5	1.1	1	VI. 18	IX. 20	—
74	929.0	1.1	1	VI. 17	IX. 26	—
75	887.8	1.1	1	VI. 11	—	—
76	748.2	0.9	1	VII. 3	—	—
77	717.4	0.9	1	VII. 7	—	—
78	696.8	0.8	1	VII. 3	—	—
79	672.8	0.8	1	VII. 2	—	—
80	559.5	0.7	1	VII. 7	—	—
81	473.8	0.6	1	VII. 16	—	—
82	310.0	0.4	1	VIII. 7	—	—
83	668.9	0.8	1	VII. 6	—	—
84	365.8	0.4	1	VII. 29	—	—
85	280.7	0.3	—	—	—	—
86	394.5	0.5	—	—	—	—
87	339.1	0.4	—	—	—	—
88	259.9	0.3	—	—	—	—
89	148.7	0.2	—	—	—	—
90	1579.7	1.9	2	V. 17	VIII. 10	—
91	1581.8	1.9	2	V. 15	VIII. 4	—
92	1621.7	2.0	2	V. 22	VIII. 8	—
93	1589.1	1.9	2	V. 20	VIII. 3	—
94	1357.7	1.6	2	VI. 4	VIII. 22	—

第四表續き (Table IV. continued.)

地名 Locality	有效積算温度 Ann. total effect. temp.	世代數 Num. of gen.	發蛾回數 Num. of emerg.	一化發蛾期 Date of 1st emerg.	二化發蛾期 Date of 2nd emerg.	三化發蛾期 Date of 3rd emerg.
95	1483.3	1.8	2	V. 26	VIII. 11	—
96	1302.4	1.6	2	VI. 1	VIII. 17	—
97	1431.6	1.7	2	V. 28	VIII. 13	—
98	1209.8	1.6	2	VI. 3	VIII. 20	—
99	840.1	1.0	1	VI. 27	IX. 2	—
100	736.8	1.0	1	VII. 4	—	—
101	921.5	1.1	1	VI. 9	IX. 18	—
102	1164.7	1.4	2	VI. 6	VIII. 26	—
103	1401.9	1.7	2	VI. 20	VIII. 18	—
104	1280.6	1.6	2	VI. 4	VIII. 26	—
105	1357.9	1.6	2	V. 30	VIII. 8	—
106	1089.7	1.3	2	VI. 4	VIII. 26	—
107	1018.4	1.2	2	VI. 4	VIII. 29	—
108	690.2	0.8	1	VII. 6	—	—
109	1578.4	1.9	2	V. 23	VIII. 10	—
110	1477.6	1.8	2	VI. 1	VIII. 20	—
111	2027.1	2.5	3	V. 8	VII. 25	IX. 24
112	1822.6	2.2	3	V. 9	VII. 22	X. 1
113	2314.1	2.8	3	IV. 27	VII. 4	VIII. 30
114	2419.2	2.9	3	IV. 27	VII. 8	VIII. 30
115	3514.4	4.3	—	—	—	—
116	1757.5	2.1	2	V. 8	VII. 18	IX. 30
117	709.9	0.8	—	—	—	—

備考 (Notes) :

1 恒 春 Kōsyun	2 臺 南 Tainan	3 臺 中 Taityū	4 臺 北 Taihoku
5 臺 東 Taitō	6 花蓮港 Karenkō	7 石垣島 Isigakizima	8 那 霸 Naha
9 名 瀨 Naze	10 鹿兒島 Kagosima	11 宮 崎 Miyazaki	12 熊 本 Kumamoto
13 佐 賀 Saga	14 長 崎 Nagasaki	15 嚴 原 Ituhara	16 福 岡 Fukuoka
17 大 分 Ooita	18 下 關 Simonoseki	19 廣 島 Hiroshima	20 松 山 Matuyama
21 四坂島 Sisakazima	22 新居濱 Niihama	23 岡 山 Okayama	24 多度津 Tadotsu
25 德 島 Tokushima	26 高 知 Kōti	27 足 摺 Asizuri	28 室 戸 Muroto
29 洲 本 Sumoto	30 神 戸 Kōbe	31 大 阪 Oosaka	32 和歌山 Wakayama
33 潮 岬 Siomisaki	34 津 Tu	35 名古屋 Nagoya	36 八 木 Yagi
37 京 都 Kyōto	38 彦 根 Hikone	39 濱 田 Hamada	40 境 Sakai
41 豐 岡 Toyooka	42 宮 津 Miyadu	43 敦 賀 Turuga	44 岐 阜 Gifu
45 福 井 Fukui	46 金 澤 Kanazawa	47 伏 木 Husiki	48 皆 月 Minaduki
49 濱 松 Hamamatsu	50 沼 津 Numadu	51 横 濱 Yokohama	52 東 京 Tōkyō
53 布 良 Mera	54 銚 子 Tyōsi	55 館 野 Tateno	56 水 戸 Mito
57 甲 府 Kōfu	58 熊 谷 Kumagaya	59 前 橋 Maebasi	60 長 野 Nagano
61 松 本 Matsumoto	62 飯 田 Iida	63 新 潟 Niigata	64 高 山 Takayama
65 勝 浦 Katsura	66 小名濱 Onahama	67 高 田 Takada	68 相 川 Aikawa
69 水 澤 Midusawa	70 宇都宮 Utsunomiya	71 山 形 Yamagata	72 秋 田 Akita
73 青 森 Aomori	74 石 巻 Isinomaki	75 宮 古 Miyako	76 函 館 Hakodate
77 壽 都 Suttu	78 札 幌 Sapporo	79 旭 川 Asahigawa	80 帶 廣 Obihiro
81 網 走 Abasiri	82 根 室 Nemuro	83 羽 幌 Haboro	84 釧 路 Kushiro

85|大 泊 Ootomari	86|本 斗 Honto	87|眞 岡 Maoka	88|落 合 Otiai
89|數 香 Sisuka	90|釜 山 Husan	91|大 邱 Taikyû	92|木 浦 Moppo
93|全 州 Zensyû	94|仁 川 Zinsen	95|京 城 Keizyô	96|平 壤 Heizyô
97|江 陵 Kôryô	98|元 山 Gensan	99|城 津 Zyôsin	100|雄 基 Yûki
101|中江鎮 Tyûkôtin	102|龍岩浦 Ryûganpo	103|大 連 Dairen	104|旅 順 Ryozyun
105|營 口 Yingkow	106|長 春 Changchun	107|ハルビン Harbin	108|ウラジワ Uladivostok
109|芝 罘 Che-foo	110|青 島 Tsingtau	111|上 海 Shanghai	112|天 津 Tientsin
113|濟 南 Tsinan	114|漢 口 Hankow	115|厦 門 Amoy	116|北 平 Peiping
117|ブラゴエチエンスク Blagovetchchensk			

計算値と實測値との比較

既記せる方法によりて計算したる發蛾初期と實際に誘蛾燈に飛來せる初發蛾月日とを比較し、計算が實際とどの程度に一致せるかを吟味せり。此比較に採用せる觀測値は可及的長期に亙る記録を有し且つ地理上に代表的の位置を占むる各府縣の農事試験場業務功程を基礎とし、各期初發蛾月日の平均を算出せるものなり。而してその平均値が計算値より早き場合はマイナスの符號一、遅き場合はプラスの符號十を付して差の日數を示したり。第五表に就いて見るに計算値と實際との差が10日以上に出る地方は、第一化期に於ける鹿児島15日、岡山13日、伏木21日、秋田14日、青森15日の五箇所なり。次に第二化期に於ては10日以上之差は鹿児島17日、熊本14日、高地12日、神戸11日、福井16日、伏木20日、長野14日、新潟24日、秋田56日の九箇所なり。以上の如き差の表はるる原因に關しては、種々考察し得る所なれども未だ螟蟲發育に及ぼす小環境の溫濕度其他個々因子に就いて實驗を経ざるを以つて的確に指示し得ざるにより、考察を避けたり。但し注意すべきは日本海岸に面し冬期降雪多き地方に於ては、一般に計算より實際の出現が早きことなり。之は恐らく普通氣溫と雪に被はれたる堆糞内の溫度との差が大なるに起因するものなるべし。

惟ふに從來の初發蛾發生記録は誘蛾燈に飛來せるものの記録なれば實際に蛾の發生せる月日と飛來月日とが同日となるは極めて少なかるべし。然れども雨天の連續せる時期にあらざれば螟蛾は羽化後數日内に飛來すべきを以つて螟蛾發生觀測の手段として誘蛾燈使用は應用上有意義なり。但し此方法にては特別に發生を早からしむるが如き環境下にて發生したる蛾の

飛來を避けがたきが故にその記録は必ずしも常態を指示せざるものあるべく、之が計算値と實測値との開きを作る一の原因となるべし。

又地域の高度或は緯度の北漸に順ひ一世代完了に相當する有効溫度を與ふるか否かの境界に介在する地方は年内の氣溫の高低如何により、化性の増減を生ずることあり(木下河田[4]論文参照)。斯かる地方の實際發蛾期は彷徨性大にして秋田に見る如く計算月日との開きは大となるべし。

第五表 第一第二化發蛾初期早晚月日及其の平均と計算値との比較 (+晩、-早)

Table V. Comparison of calculated and actual date of moth appearance.
(+later than cal., -earlier than cal.)

農事試験 場所在地	第一化發蛾初期の 早 晩 月 日 Obs. date of 1st appear. of moth, earliest & latest date, (1st elood.)		第一化發蛾初期の 平 均 月 日 Obs. average date of 1st appear. of moth, (1st blood.)		第二化發蛾初期の 早 晩 月 日 Obs. date of 1st appear. of moth, earliest & latest date, (2nd blood)		第二化發蛾初期の 平 均 月 日 Obs. average date of 1st appear. of moth, (2nd blood.)	
10	IV. 15	VI. 15	V. 11+15		VII. 15	VIII. 15	VIII. 9+17	
11	IV. 20	V. 5	IV. 26+ 1		VII. 15	VIII. 25	VII. 25+4	
12	V. 1	V. 23	V. 12+ 7		VIII. 7	VIII. 18	VIII. 10+14	
13	IV. 20	V. 9	IV. 29- 8		VII. 10	VIII. 16	VII. 28	
14	V. 1	V. 19	V. 9		VII. 30	VIII. 16	VIII. 12+9	
16	V. 5	V. 15	V. 8- 4		VII. 25	VIII. 13	VIII. 5+6	
18	IV. 30	V. 12	V. 5- 7		VII. 18	VIII. 16	VIII. 10+4	
19	V. 15	V. 29	V. 20- 8		VIII. 2	VIII. 15	VIII. 8+6	
20	V. 1	V. 29	V. 16+ 6		VIII. 1	VIII. 19	VIII. 11+9	
23	IV. 22	V. 14	IV. 29-13		VIII. 3	VIII. 16	VIII. 9+7	
24	V. 5	V. 30	V. 16+ 3		VII. 29	IX. 2	VIII. 6+4	
25	V. 6	V. 28	V. 16		VII. 29	IX. 2	VIII. 6+7	
26	IV. 13	V. 6	IV. 22- 5		VII. 8	VIII. 4	VII. 15-12	
30	IV. 25	V. 27	V. 10		VII. 25	VIII. 21	VIII. 13+11	
34	V. 9	V. 27	V. 19+ 4		VII. 11	VIII. 21	VIII. 8+1	
35	V. 7	V. 24	V. 19+ 8		VIII. 2	VIII. 10	VIII. 6+3	
40	V. 4	V. 31	V. 20+ 2		VII. 30	VIII. 12	VIII. 4-5	
45	V. 11	V. 31	V. 19+ 1		VII. 17	VII. 31	VII. 25-16	
47	V. 7	V. 17	V. 11-21		VII. 25	VIII. 8	VII. 28-10	
49	IV. 19	V. 15	V. 10+ 1		VII. 25	VIII. 26	VIII. 8	
58	V. 14	V. 28	V. 21+ 3		VII. 25	VIII. 13	VIII. 3-7	
59	V. 16	V. 29	V. 22		VIII. 1	VIII. 15	VIII. 9-6	
60	V. 22	VI. 10	VI. 1- 3		VII. 30	VIII. 18	VIII. 12-14	
63	V. 15	V. 26	V. 29- 3		VII. 31	VIII. 4	VIII. 1-10	
72	V. 19	V. 31	V. 26-14		VII. 7	VIII. 7	VII. 26-56	
73	VI. 28	VII. 3	VI. 30+12		-	-	-	

備考：(Notes) 農事試験場所在地番號は第四表参照

等發生帶の想定

二化螟蟲の發育に要する有効積算溫度が等しき價を示す地方は又その發育速度も等しき理なり。順つて世代完了の期日を示す發蛾初期を目標とし

その期日のほぼ等しき地方を總括して本種の等發生帶と命名せり。只應用の便宜上計算により化數の明に算定せらるる地方につきて、第一化期より第三化期まで一ヶ月を三旬に分ち既掲の各期につき低緯度地方より高緯度地方に向ひ一句毎に遅れて發蛾する等發生帶を區劃したり。即ち第一化期に於て最も早きは四月下旬にして、九州南部及四國の南岸なり。之より順次北方に旬を送り、最後の發生は八月上旬にして北海道東海岸地方これに屬す。(第XXII圖版參照)

第二化期に於ける初發蛾は第一化期に最初となる地方に於て早く發生する筈にして、即ち七月下旬に於て九州南部先づ發生し、漸次旬を送りて北方に及び最後の發生は九月下旬にして青森縣を終端とす。(第XXIII圖版參照)

第三化期は九月中旬に九州南部より發蛾し、中國西端及房總半島に及び十月下旬を最後とし、これより以北は發蛾不可能となる。(第XXIV圖版參照)

第三化期の發蛾は從來四國の太平洋岸に於て實際に觀察されたる所にして他の同じき氣候を有する土地に於ては特に三化期の發生を認知されたることなし。然しながら有効溫度の計算よりすれば、三回目の發蛾は既掲の表の地方まで可能なることを推定し得。此の三回發生の北限が恰も三化螟蟲分布の北限地方と一致せるは既に木下・八木[6]の報文に見て明なり。

以上の等發生帶より當然歸納さるるは等發蛾回數帶なり。其は臺灣より北海道に亙る各地の有効積算溫度を基礎として發蛾回數を算定し得。その結果は第XXV圖版に示せり。次にほぼ同緯度の地方につきて太平洋岸と日本海岸に於ける發生の遲速を比較し見るに北緯 36° 以北に於ては第一化期、第二化期とも日本海岸は太平洋岸より早く、以南に於て遅し。(第一圖A,B)但し第二化期に於ては日本海岸の福岡は早きを見る。

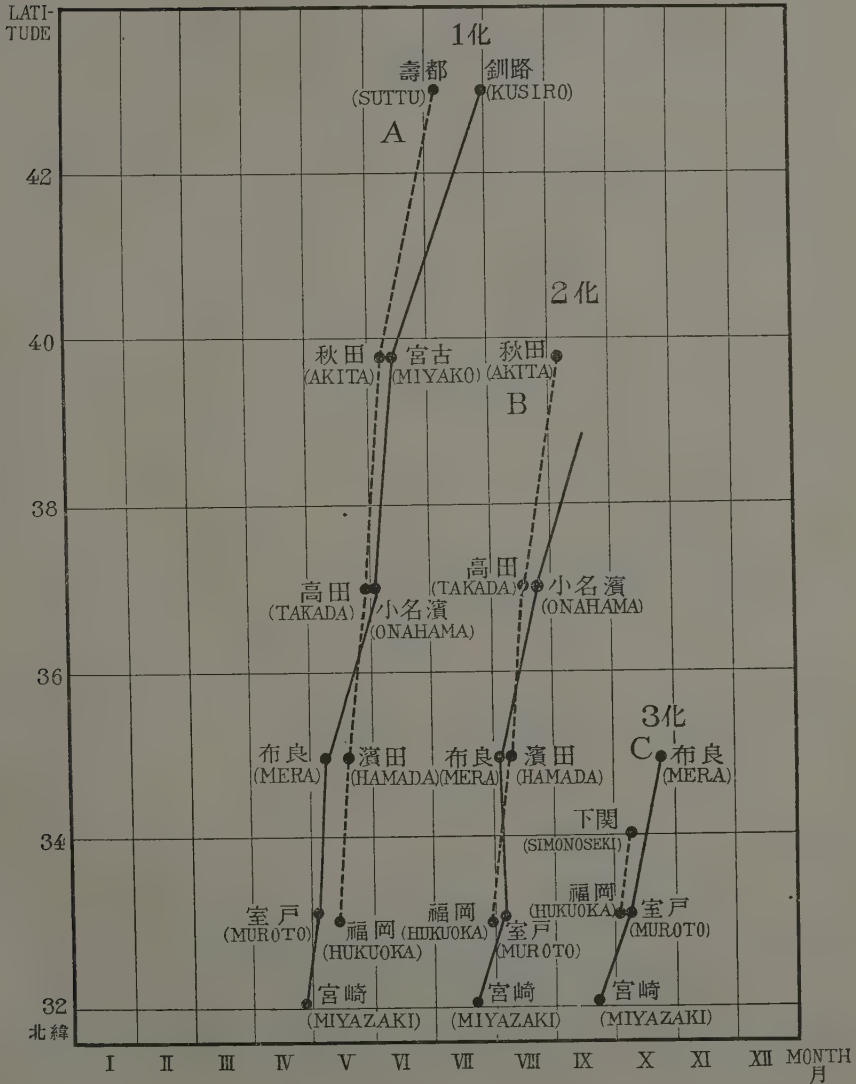
第三化期は北緯 35° 以南に於て發生するのみなるが、日本海岸は同緯度の太平洋岸地方に比し發蛾初期は早し。(第一圖C)

之を要するに二化螟蟲の發蛾は低緯度地方ほど早く、又有効積算溫度も大なるは既記の如し。故に今臺灣より漸次北方に向ひて發蛾初期を横軸にとり、緯度を縦軸にとれば、低緯度地方より漸次高緯度地方に及ぶに順ひ發蛾期の遅るる有様を一見して把握するを得べし。即ち第二圖はそれなり。

第一圖 (Text fig. 1)

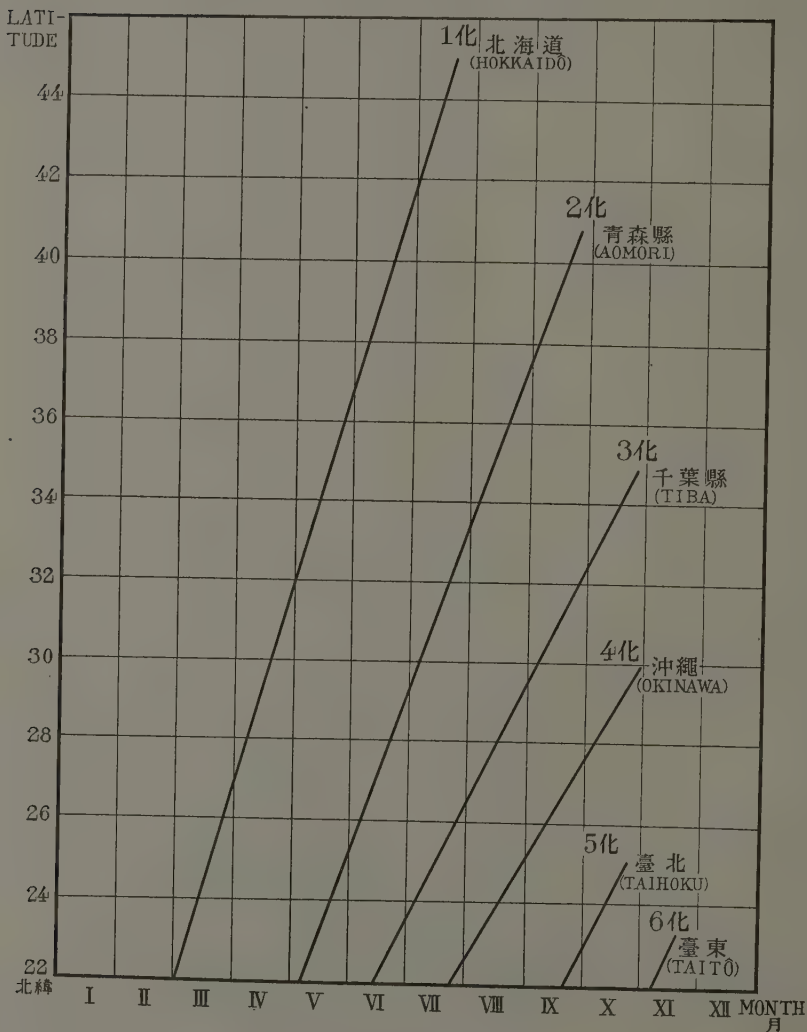
日本海及太平洋岸に面せる同緯度地方の發蛾初期比較圖

Isophanes of the first appearance of moth of each blood,
on the coast of Sea of Nippon & the Pacific



第 二 圖 (Text fig. 2)

各化期の發蛾初期子午線

Phenological meridians of the first moth emergence
of each blood on the Northern latitude

要 結

本邦に於ける二化螟蟲發生期日の豫察法として各地の氣溫と螟蟲各期の有効積算溫度とを應用する手段を試みたり。その方法として各地測候所の觀測を基礎とし、毎月平均の溫度より各地の一年間に於ける本蟲に對する總有効積算溫度を求め、此れを一世代の要する有効積算溫度を以つて除することにより、先づ世代數及發蛾回數を算定せり。次に氣溫が發育限界溫度を超過する月より起算して蛹期の積算溫度を完全に積算し得る日を以つて第一化期初發蛾日と認定せり。爾後、第二及第三化期の初發蛾日は各一世代を完了するに相當する積算溫度を與へ終る月日を以つて夫々の初發蛾日とせり。斯くして得らるる發生期日を便宜上月旬に總括し、夫等の地域を二化螟蟲の等發生帶と名付けたり。

1) 此の等發生帶に依れば第一化期初發蛾は九州南部に於て四月下旬に開始し、順次北方に到るに従ひ遅くなりて最後は八月上旬となり、北海道北部地方を以つて終る。第二化期は七月下旬九州南部より開始し青森縣を最北として九月下旬に終る。第三化期は九月中旬に九州南部より開始し瀬戸内海沿岸より東海道及房總半島の沿岸地方まで及びて十月下旬に終る。

3) 同緯度附近にある太平洋岸及日本海岸の發蛾初期を比較するに北緯36°以北に於ては日本海岸の方太平洋岸より早し。

4) 發蛾回數を計算するに臺灣は5乃至6回、琉球は4回、九州南部より瀬戸内海並に東海道沿岸は3回、それより以北青森までは2回(宮城縣石巻は1回)北海道は1回となる。

引用文獻 Literature cited

1. HARUKAWA, C., TAKATO, R. & KUMASHIRO, S.: Studies on the Rice-borer, *Chilo simplex* BUTLER. II. Ber. Ohara Inst. landwirt. Forschungen, 5: 209—220, 1931.
2. 三原彌三郎: 二化螟蟲蛹期の生長速度, 昆蟲, 3: 189—190, 1929.
3. BLUNK, H.: Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis zur Imago. Zeit. Wiss. Zool., 121: 171—, 1923.
4. 木下周太, 河田薫: 二化螟蟲及び三化螟蟲分布總説並に二化螟蟲原産地の想定, 植物及動物, 1: 475—482, 631—636, 1259—1264, 1399—1407, 1933.
5. 中央氣象臺, 日本及隣邦氣候圖, 1929.
6. 木下周太, 八木誠政: 三化螟蟲分布の北限に就きて, 日本學術協會報告, 6: 546—549, 1930.

ISODEVELOPMENTAL ZONATION OF *CHILO SIMPLEX* BUTLER IN NIPPON. (*Résumé*)

Nobumasa YAGI

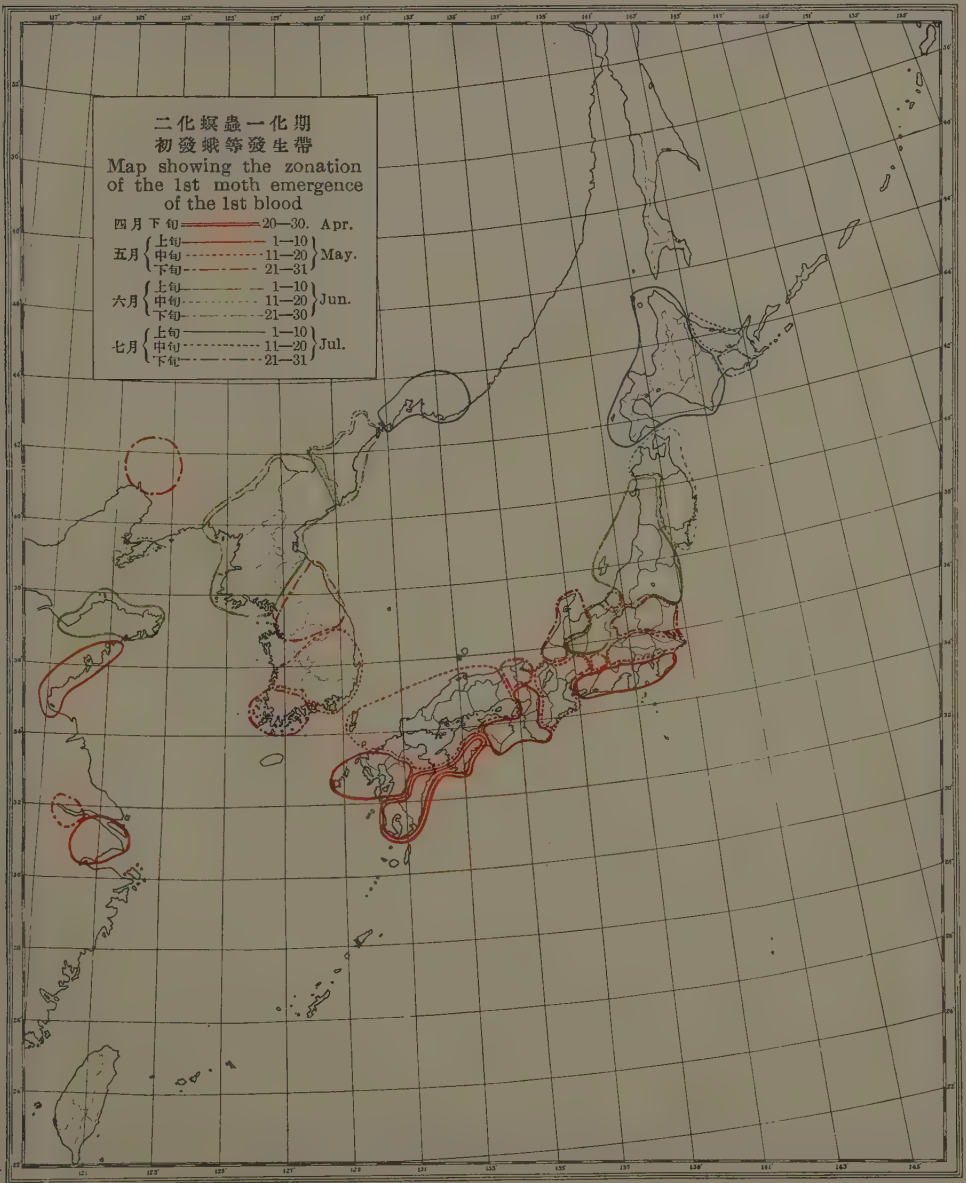
PLATES XXII—XXV, TEXT FIG. 1-2

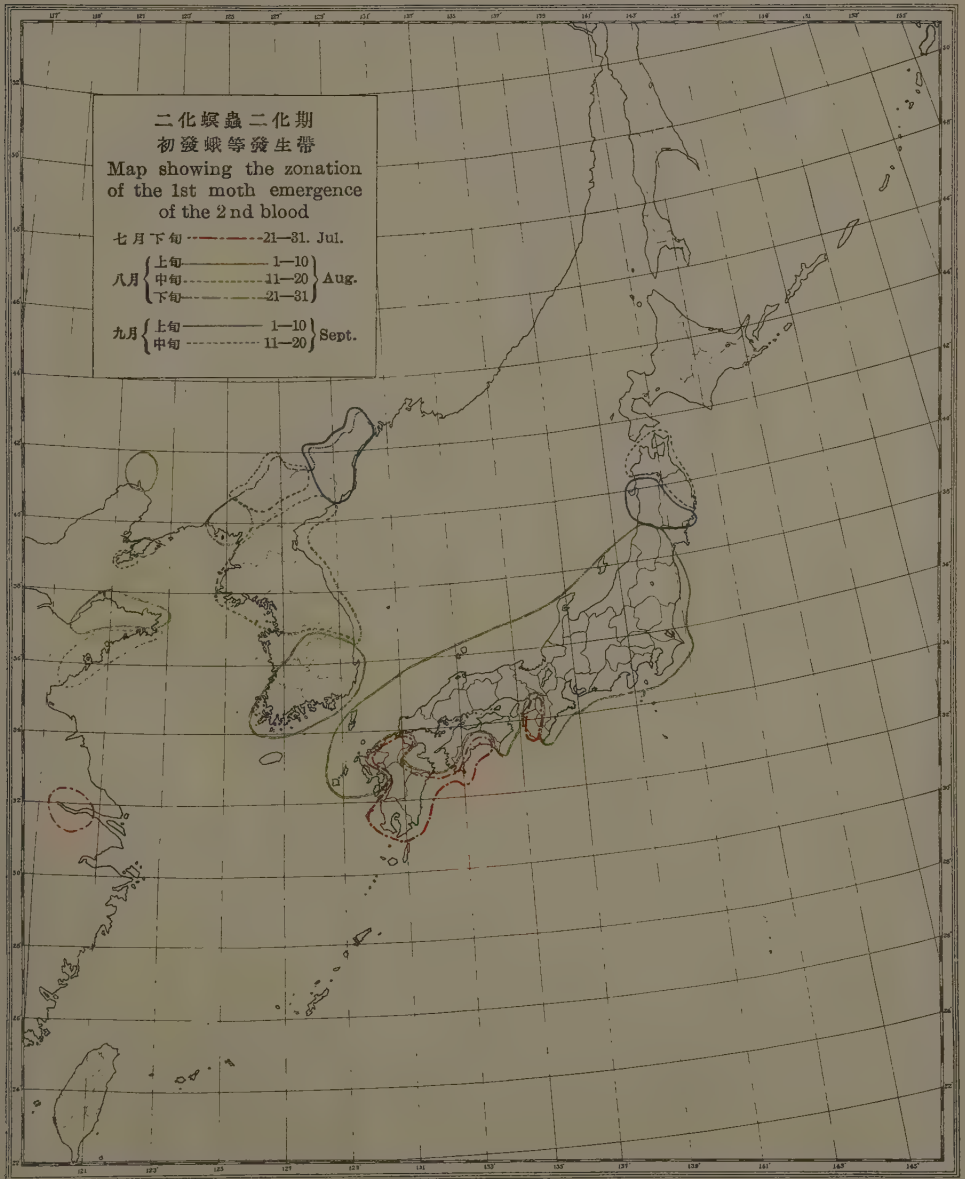
I have employed the means of applying the mean temperature of each month of every district of Nippon and the accumulated effective temperature of every stage of the insect as a method of considering (computing) the date of appearance of *Chilo simplex* BUTLER in Nippon. At first, I computed the number of the generation and the repetition of the emergence of the moths, by summing up the total effective temperatures of every district from the observation of temperature of the local meteorological observatories, and dividing this by accumulated effective temperature needed by one generation. Next, I computed the day of first appearance of the moth from the overwintered larva by summing up the temperature, which exceeds the threshold temperature of the pupal development, to equalize the value of the accumulative effective temperature of the pupa. Thenceforth, the respective days of the first appearance of the Second and the Third bloods, are the dates on which the accumulated effective temperature required to complete each one generation terminates. For the sake of convenience, I sum up the date of appearance of the moths thus obtained to every ten days of the month, and I named these zones the Isodevelopmental zonation of *Chilo simplex* BUTLER.

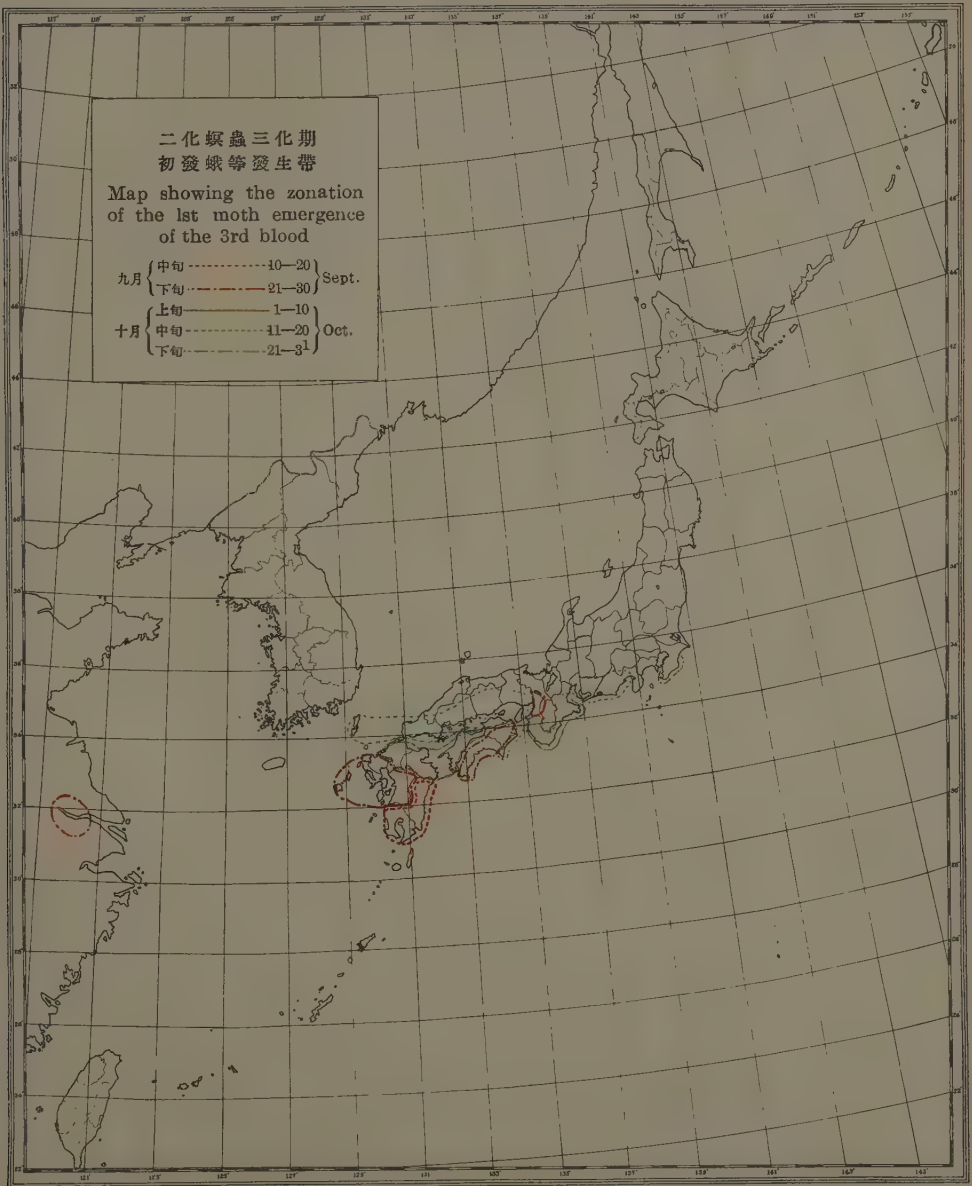
1. According to this developmental zonation, the first appearance of the moths from the overwintered blood begins early in April in Southern Kyûsyû and gradually delays as you go towards the north and the last is early in August, and terminating with the northern districts of Hokkaidô. The first appearance of the moths of the Second blood commences the end of July in Southern Kyûsyû and terminating with Aomori prefecture as the further-most north, in late September. The first appearance of the moths of the Third blood begins at the middle of September in Southern Kyûsyû and extending to the coast of Inland sea and the districts along the coast of Tôkaidô and Bôsô Peninsula and, terminating in late October.

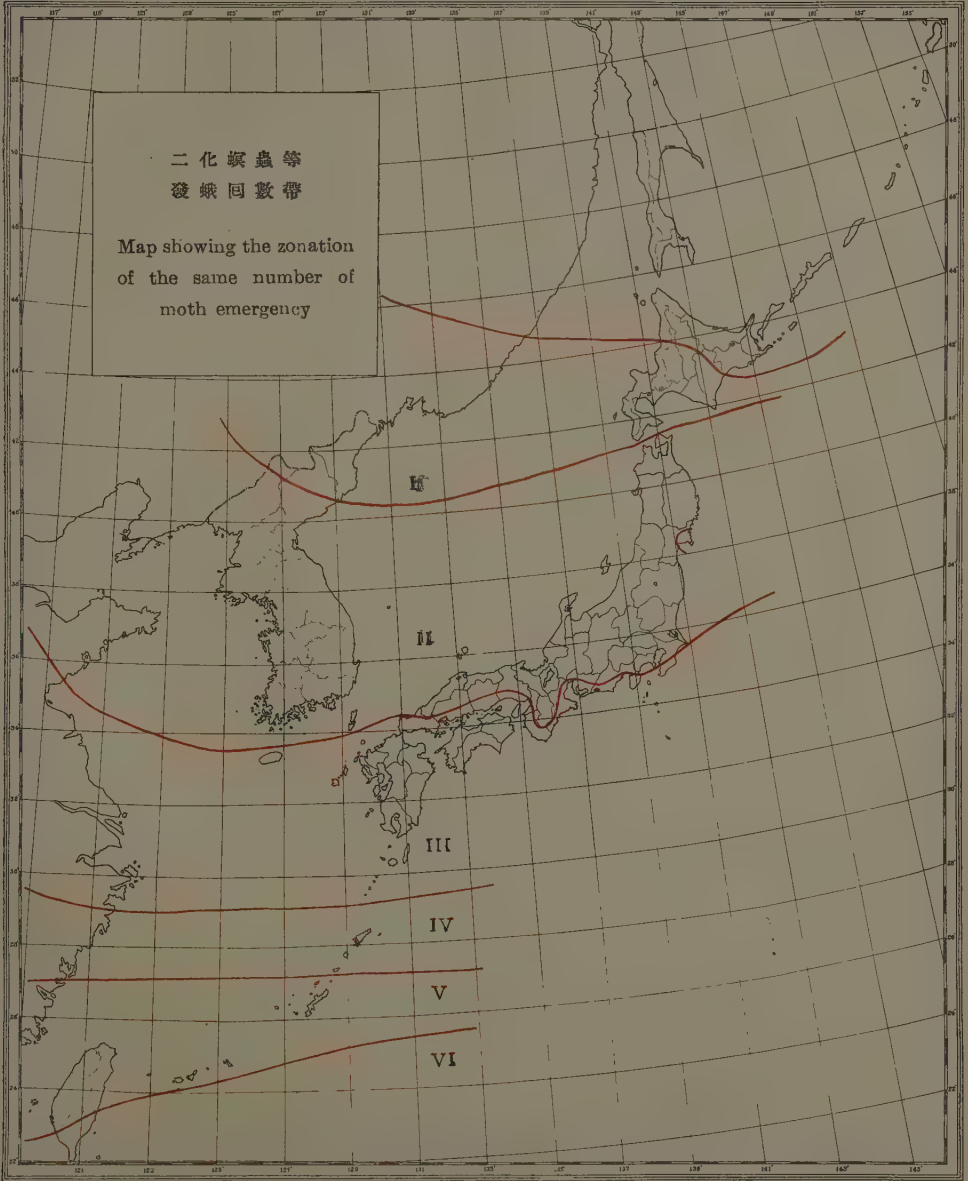
2. In comparing the first appearances of the moth in the localities on the Pacific coast and the coast of Sea of Nippon which lie near the same latitude, I found that in the northern part from Lat. 36. N., the appearance of moths takes place earlier on the coast of Sea of Nippon than on the coast of Pacific.

3. In computing the numbers of generation of the insect, I find ; 5 or 6 times in Formosa ; 4 times in Ryûkyû ; 3 times in the districts lying all the way from Southern Kyûsyû to Inland sea and the coast of Tôkaidô ; 2 times in the districts northward to Aomori prefecture ; (1 time at Isinomaki, Miyagi prefecture) ; 1 time in Hokkaidô.









磷酸質肥料の原料としての 磷酸鐵礬土礦一利用法

技師 林 義 三

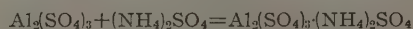
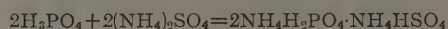
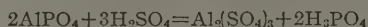
緒 言

磷酸鐵礬土礦は磷酸質肥料の一原料にして世界の各國にその埋藏量尠からざるにも拘らず利用さるゝもの甚だ少く、殊に珪酸、鐵の含有量多き低度の磷礦石に至りては全く利用價值なしとして放棄せらるゝの狀態なり。

抑々磷酸鐵礬土礦は西印度諸島、南アメリカ及びその他の各地に發見せられ、特にレドンダ島に於ける產出により、磷酸質肥料、或はまたアルミニウムの製造原料として、礦石の利用につき多數の研究行はれたるが、その利用法は實際的には成功せず、收支償はざるものとせられたり。我國に於ては大正三年北大東島に於て發見せらるゝや磷酸の原料として世人の注目を惹き學者及び肥料製造業者爭つてその研究に没頭したり。その結果多數の利用方法考案せられたれども、現在に於ては僅かに磷酸含有量多き高度磷礦石が製磷業に、中度品以下低度品の一部が肥料の原料として使用せらるゝに過ぎず。然も肥料として利用せらるゝものは單に焙燒して磷酸の70—80%を枸橼酸アンモニア液に可溶性に變化せしめたる肥料「化成礦粉磷酸アルミナ」あるのみなり。而してその肥効については今尙各所に於て調査研究せらるゝも、概して過磷酸石灰に及ばず特に畑作に對しては其成績不良なるが如し。著者も亦その肥料的効果につき研究を行ふと同時に、此種肥料に比し一層有効なる肥料を案出することに努力したり。その結果、酸の處理により磷酸鐵礬土礦の磷酸の大部分を水溶性及び枸溶性即ち有効磷酸に變化せしめ肥料として利用し得ることを認めたり。

從來磷酸鐵礬土礦を肥料として利用せんがため考案せられたる酸處理法[1]に於ては、何れも酸の添加により磷礦石の含有する磷酸を悉く游離せし

むるを概念とし皆てレドング島産磷酸鐵礬土礦に應用せられたりと稱せらるゝ酸分解法も亦その例にして次の反應を行はしむるを要旨となしたり。



但しこの反應は 120°C — 140°C に加熱して熔融狀態に於て行はしむるものにして、操作煩雜なると共に處理品は尙潮解性を有す。

著者の研究に於ては前記の如く磷礬石の磷酸を游離せしむる事なく、酸性磷酸鹽又は磷酸正鹽に變化せしむるを主眼となし以て有効なる磷酸質肥料の製造を目的としたり。依つてその反應に當量の酸を添加し分解處理し磷礬石の分解程度と處理品の性狀とを觀察し併せて處理品につき豫備的に栽培試験を行ひたり。次に之等の成績を發表せんとす。

實 驗

1. 供 試 磷 酸 鐵 礬 土 礦

試験に供用したる磷酸鐵礬土礦は沖縄縣北大東島産のものにして、採掘後一度乾燥せられたる磷酸含有量30%, 25%, 及び20%の三種(之等は普通に

第一表 供試磷酸鐵礬土礦の分析成績

Table I. Results of chemical analyses of iron-al-phosphate rocks used.

成分 Ingredient	磷礬石 Rock	30%磷	25%磷	20%磷	焙燒礬 Ignited
水 灼 熱 減 量	(110°C) Moisture Loss on ignition	12.21%	9.45%	8.57%	—%
珪 酸	SiO_2	9.55	12.07	20.35	—
全 磷	Total P_2O_5	30.26	25.72	22.91	36.18
水 溶 性 磷 酸	P_2O_5 sol. in water	0.03	0.02	0.02	—
ベーターマン氏枸橼酸アンモニアに可溶磷酸	P_2O_5 sol. in amm. citrate	9.31	8.29	7.34	31.77
2% 枸橼酸に可溶磷酸	P_2O_5 sol. in 2% citric acid	0.83	0.57	0.45	2.04
鐵 化	Fe_2O_3	14.00	12.13	13.49	17.92
礬 土	Al_2O_3	19.78	19.19	15.58	25.63
石 灰	CaO	2.28	3.33	2.50	3.48
苦 土	MgO	0.39	0.43	0.32	—
硫 酸	SO_3	0.39	0.53	0.58	—
炭 酸	CO_2	0.14	0.08	0.08	—
全 炭 素	Total C	0.67	0.78	1.09	—
弗 素	F	痕跡	痕跡	痕跡	痕跡

中度、低度及び四號品礬石として取扱はるゝものなり)竝に焙燒礬(回轉爐を用ひ600°C—800°Cに三十分間焙燒したるもの)なり。

その化學分析の成績は第一表に示すが如し。之等の試料は總て大成化學工業株式會社より寄贈せられたるものにしてその厚意を茲に深謝す。

2. 酸 の 添 加 量

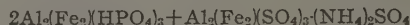
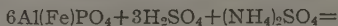
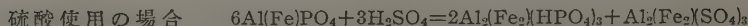
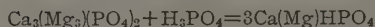
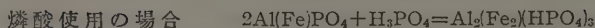
供試磷酸鐵礬土礬に硫酸及び磷酸を作用せしめ次の如き反應により酸性磷酸鐵及び礬土、又は磷酸鐵及び礬土を生成せしむるものとして、その反應に當量の酸を添加したるが酸性磷酸鐵及び礬土に數種の形態あり、從つて酸の反應添加量に差異を生ずるを以て反應を次の〔1〕—〔6〕に分類したり。

而してその夫々に於て生成せしめんとしたる磷酸鐵及び礬土の形態を示せば次の如し。

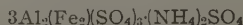
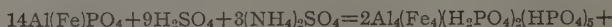
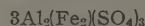
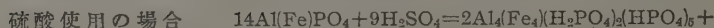
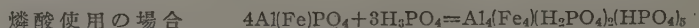
反應 Fe(Al):P	磷 酸 鐵	磷 酸 礬 土
(1) 1:1.0	FePO_4	AlPO_4
(2) 1:1.5	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5^{(2)}$	$2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5, \text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3^{(4-6)}$
(3) 1:1.75	$\text{Fe}_4(\text{HPO}_4)_2(\text{HPO}_4)_6^{(2)}$	$\text{Al}_4(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_6^{(2-5)}$
(4) 1:2.0	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{P}_2\text{O}_5)_2, \text{FeH}_2(\text{PO}_4)_2^{(2-3)}$ $\text{Fe}_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_2^{(2)}$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5, \text{AlH}_2(\text{PO}_4)_2^{(2-4)}$ $\text{Al}_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_2^{(2)(4-5)}$
(5) 1:2.5	$\text{Fe}_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_4(\text{HPO}_4)^{(3)}$	$\text{Al}_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_4(\text{HPO}_4)^{(2-5)}$
(6) 1:3.0	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{P}_2\text{O}_5)_3, \text{Fe}_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_6^{(2-3)}$	$\text{Al}_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_6^{(2-5)}$

反應〔1〕 磷酸鐵礬土礬中酸化鐵、礬土、石灰、苦土は磷酸鹽、硫酸鹽の外珪酸鹽及び酸化物等として存在すること勿論なれども、礬石に含有せらるゝ酸化鐵及び礬土の全部及び硫酸含有量に當量以外の石灰、苦土を磷酸處理に於ては AlPO_4 , FePO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ に、硫酸處理に於ては AlPO_4 , FePO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, CaSO_4 , MgSO_4 に變化せしむるに必要な計算量の硫酸又は磷酸を添加し反應せしむ。尙硫酸分解に於て硫酸アンモニアを加用する場合には反應により生成する硫酸鐵及び礬土を明礬に變化せしむる反應に當量を添加す。

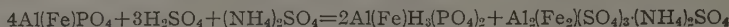
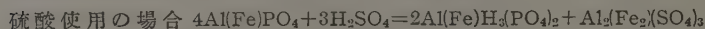
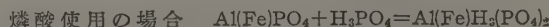
反應〔2〕 反應〔1〕より更に進んで AlPO_4 , FePO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ を次の如く變化せしむる反應に當量の酸を添加す。



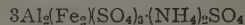
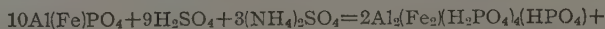
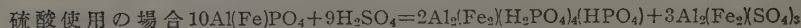
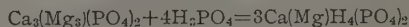
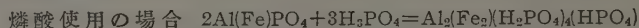
反應〔3〕 Fe_2O_3 及び Al_2O_3 を次式の如く變化せしむる反應に當量の酸を添加し、而して尙 CaO , MgO は反應〔2〕に於けるが如く $\text{Ca}(\text{Mg})\text{HPO}_4$ に變化せしむ。



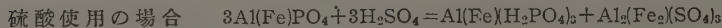
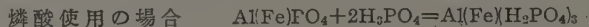
反應〔4〕 CaO , MgO は反應〔2〕と同一の反應を行はしめ Fe_2O_3 , Al_2O_3 を次式の如く變化せしむる反應に當量の酸を添加す。

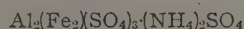


反應〔5〕 Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , MgO を次式の如く變化せしむる反應に當量の酸を添加す。



反應〔6〕 CaO , MgO を反應〔5〕に於けると同一反應を行はしめ Al_2O_3 , Fe_2O_3 を次式の如く變化せしむる反應に當量の酸を添加す。





以上の反應(1)―(6)に於ける磷酸鐵礬土礦100瓦當り硫酸、磷酸及び硫酸アンモニア添加量を表示すれば次の如し。

第二表 供試磷酸鐵礬土礦100瓦當り反應(1)―(6)に當量の
磷酸、硫酸及び硫酸アンモニア量(單位、瓦)

Table II. Actual quantity of H_3PO_4 , H_2SO_4 , and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ equivalent to reaction (1)―(6) per 100gr iron-al-phosphate rocks used. (gr)

磷酸 Rock	添加物 Materials to be added	反 應 Reaction	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
30%礬	{ H ₂ SO ₄ (NH ₄) ₂ SO ₄		24.54	45.43	51.40	55.80	62.14	66.32
			11.02	20.40	23.08	25.09	27.91	67.31
25%礬	{ H ₂ SO ₄ (NH ₄) ₂ SO ₄		30.56	48.32	53.39	57.19	62.52	66.07
			13.72	21.66	23.97	25.68	28.07	61.57
20%礬	{ H ₂ SO ₄ (NH ₄) ₂ SO ₄		26.70	42.62	47.03	50.42	55.17	58.33
			11.99	19.09	21.12	22.64	24.78	54.61
30%礬	H ₃ PO ₄		16.36	45.43	59.22	72.98	105.04	131.24
25%礬	H ₃ PO ₄		20.37	48.31	61.25	74.14	106.24	132.11
20%礬	H ₃ PO ₄		17.79	42.50	54.13	65.72	93.40	116.63

3. 酸 分 解 試 験 成 績

甲. 加熱し反應せしむる場合

a) 硫酸又は磷酸による分解處理試驗 反應(1)―(6)に於ける硫酸又は磷酸を以て磷酸鐵礬土礦を處理したる場合、その分解状態を知らんがため供試磷酸鐵礬土礦20瓦に各反應量の硫酸(Bé 54°硫酸液、以下硫酸分解に於ては同硫酸液を使用したり)又は磷酸(H₃PO₄ 60%液を使用す。MARSHALL, LADER, and JACOB [6]の實驗によれば礬礦石の分解には55—65% H₃PO₄液が最も作用強し)を添加し30°Cに20時間放置後湯煎鍋上に加熱し反應せしめたり。その處理品の分析成績を示せば第三表の如し。

硫酸分解 30°Cに20時間放置したるものは何れも粘着性塊狀乃至泥狀にして、これを湯煎鍋上に加熱して乾燥を行ひたり。而して反應(1)の處理品は乾燥極めて容易なれども、反應(4)に於ては甚だ困難なり。反應(5)―(6)に至りては湯煎鍋上に乾燥殆ど不可能にして吸濕性も亦大なりしを以て分析を中止したり。

第三表 磷酸鐵礬土礦を硫酸又は磷酸と加熱し分解したる處理品の分析成績

Table III. Results of chemical analyses of the decomposition products of iron-al-phosphate rocks treated by H_2SO_4 or H_3PO_4 under heating.

I. 硫酸處理品		The decomposition products treated by H_2SO_4						
燐礬石 Rock	處理品番號 No. of product	酸の添加量 Quantity of acid added	處理品中百分率 Percentage in product				α	β
			T. P.	W. P.	P. P.	C. P.		
30%礬	141	反應(1)	23.94	5.03	15.18	12.44	47.15	50.61
	142	〃(2)	19.78	10.05	17.29	17.35	81.81	87.36
	143	〃(3)	17.17	9.75	17.16	17.17	99.91	99.99
	144	〃(4)	18.81	11.07	16.97	16.76	85.87	88.79
	145	〃(5)	17.96	11.18	—	—	—	—
	146	〃(6)	—	—	—	—	—	—
25%礬	147	〃(1)	19.71	5.08	12.81	11.74	48.41	58.64
	148	〃(2)	17.99	8.17	14.93	14.99	74.90	82.94
	149	〃(3)	16.84	8.39	14.35	15.18	78.18	87.92
	150	〃(4)	16.71	9.25	15.06	15.37	85.44	91.80
	151	〃(5)	—	—	—	—	—	—
	152	〃(6)	—	—	—	—	—	—
20%礬	153	〃(1)	18.56	3.51	11.42	10.72	43.40	56.92
	154	〃(2)	16.14	6.12	13.28	12.38	73.93	76.23
	155	〃(3)	15.82	6.89	13.59	13.46	79.26	84.78
	156	〃(4)	15.82	7.46	13.21	13.27	75.72	83.56
	157	〃(5)	—	—	—	—	—	—
	158	〃(6)	—	—	—	—	—	—
II. 磷酸處理品		The decomposition products treated by H_3PO_4						
30%礬	135	反應(1)	36.11	3.83	20.16	5.93	11.21	—
	136	〃(2)	45.23	10.15	38.66	14.42	48.72	—
	137	〃(3)	47.71	14.93	43.19	20.99	56.42	—
	138	〃(4)	48.16	19.90	46.51	29.88	86.59	—
	139	〃(5)	52.44	35.90	51.61	41.85	91.98	26.96
	140	〃(6)	53.08	39.14	53.00	49.18	99.10	68.70
25%礬	191	〃(1)	34.89	4.40	19.39	6.25	—	—
	192	〃(2)	40.64	11.87	33.75	16.20	41.53	—
	193	〃(3)	43.12	16.39	38.28	20.99	55.23	—
	194	〃(4)	43.57	17.86	40.57	25.06	68.80	—
	195	〃(5)	47.78	31.92	46.44	34.83	83.71	—
	196	〃(6)	50.40	36.62	49.69	43.38	90.28	—
20%礬	197	〃(1)	37.70	3.76	20.29	6.76	—	—
	198	〃(2)	45.29	13.59	35.85	19.65	27.41	—
	199	〃(3)	48.36	16.78	39.55	21.24	26.74	—
	200	〃(4)	46.51	19.40	43.44	22.71	69.92	—
	201	〃(5)	51.10	33.30	48.29	34.38	69.07	—
	202	〃(6)	51.99	39.42	50.91	38.47	85.52	—

備考

Note: T.P.=全磷酸 Total P_2O_5 . W.P.=水溶性磷酸 Water soluble P_2O_5 .P.P.=ベーテルマン氏枸橼酸アンモニアに可溶磷酸 P_2O_5 soluble in amm. citrate.C.P.=2%枸橼酸に可溶磷酸 P_2O_5 soluble in 2% citric acid. α =原料中のP.P.以外の磷酸が處理によりP.P.に變じたる割合

Rate of the conversion of raw insoluble phosphate into soluble phosphate in ammonium citrate by treatments (%).

 β =原料中のC.P.以外の磷酸が處理によりC.P.に變じたる割合

Rate of the conversion of raw insoluble phosphate into soluble phosphate in 2% citric acid by treatments (%)

磷酸鐵礬土礬は硫酸處理により水、ペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液及び2% 枸橼酸液に對し磷酸の溶解度を著しく増加す。即ち反應(2)による處理品は磷酸含有量の約40—45% は水溶性にして、又原料磷酸鐵礬土礬中ペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液及び2% 枸橼酸液に溶解せざりし磷酸の約80% 内外は前記兩溶液に可溶性に變化したり。特に2% 枸橼酸液に對し(ペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に於けると同じく)溶解度の増加することは留意すべきところなり。反應(3)—(4)の處理品は反應(2)によれるものに比し更に磷酸の溶解度を増加すれども、添加酸量の増加に比してその割合少く、且處理品は漸次粘塊狀となり吸濕性を増加す。尙礬石は低度品なるに従ひ何れの分解處理に於ても一般に磷酸の溶解度の増加割合を減少す。

磷酸分解 磷酸處理による磷酸鐵礬土礬の磷酸の溶解度の變化は硫酸處理の場合に比較して少く、更に分解のため添加したる磷酸は水に不溶性に變化す。然れどもその添加量の増加すると共にその割合を減少し反應(6)に於ては添加磷酸の約2—7% が不溶性となるに過ぎず。而して磷酸鐵礬土礬の磷酸はペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に對し溶解度を増加し、原料礬石中同液に不溶解なりし磷酸は反應(2)の處理によりその約40%、反應(4)の處理により約70—80% が可溶性に變化したり。2% 枸橼酸液に對する溶解度の増加は極めて僅少にして、30% 礬に於て反應(5)—(6)の處理を行はしめたる場合、原料磷酸鐵礬土礬中同液に溶解せざりし磷酸の約30—40% が可溶性に變化したるのみにして、25% 礬、20% 礬に於ては變化を見ざりき。處理品の物理的性狀は一般に硫酸處理品に比して良好にして特に反應(1)—(3)に於て一層良好なるも、添加磷酸量増加して反應(5)—(6)の處理品にありては漸く吸濕し粘稠性となれり。

b) 硫酸又は磷酸と硫酸アンモニアとによる分解處理試験 處理品の物理的性狀を良好ならしめんがため硫酸又は磷酸と共に硫酸を添加して反應を行はしめたり。その際に於ける磷酸鐵礬土礬の分解は第四表の如し。

硫酸、磷酸何れの處理に於ても硫酸の添加は磷酸鐵礬土礬の磷酸の溶解度の増加に影響することなく、然も處理品は容易に乾燥し粘稠性及び吸濕性を減少し物理的状態良好となる。但し磷酸分解に於ては硫酸を豫め磷酸

第四表 磷酸鐵礬土礦を硫酸又は磷酸と硫酸と
加熱し分解したる處理品の分析成績

Table IV. Results of chemical analyses of the decomposition products of iron-al-phosphate rock treated with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and H_2SO_4 or H_3PO_4 under heating.

I. 硫酸と硫酸アンモニアにての處理品

The decomposition products treated with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and H_2SO_4 .

磷礦石 Rock	處理品番號 No. of product	酸及び硫酸添加量 Quantity of acid and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ added	處理品中百分率 Percentage in product					α	β
			$\text{NH}_3\text{-N}$	T.P.	W.P.	P.P.	C.P.		
30%礦	1	反應 (1)	1.77	22.17	4.54	13.93	11.28	46.30	49.52
	2	〃 (2)	3.93	16.76	7.30	14.09	13.93	76.99	82.65
	3	〃 (3)	4.33	15.46	8.00	13.67	13.52	82.23	87.10
	4	〃 (4)	6.67	13.09	7.50	12.40	11.97	92.42	91.19
	5	〃 (5)	6.78	12.32	7.71	12.20	11.89	98.58	98.40
	6	〃 (6)	7.30	11.92	7.76	11.84	11.58	99.02	97.06
25%礦	179	〃 (1)	1.93	18.63	4.89	13.40	10.95	58.58	57.83
	180	〃 (2)	4.91	14.20	6.05	12.08	11.72	77.94	82.15
	181	〃 (3)	5.09	13.91	6.23	12.03	12.05	80.01	86.32
	182	〃 (4)	5.26	13.37	6.46	12.02	12.12	85.10	90.44
	183	〃 (5)	5.40	12.66	6.46	11.46	11.49	86.32	90.52
	184	〃 (6)	5.73	12.02	6.49	11.10	11.02	88.71	91.49
20%礦	185	〃 (1)	1.93	17.68	2.85	11.53	9.10	48.82	50.49
	186	〃 (2)	4.72	13.17	4.20	11.34	9.98	79.51	75.27
	187	〃 (3)	4.84	12.99	4.52	11.32	10.92	81.12	83.74
	188	〃 (4)	5.01	12.35	5.03	11.30	11.13	87.52	89.92
	189	〃 (5)	5.31	12.27	5.92	11.28	11.37	88.06	92.54
	190	〃 (6)	5.78	11.76	5.74	10.87	10.98	88.86	93.25

II. 磷酸と硫酸アンモニアにての處理品

The decomposition products treated with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and H_3PO_4 .

30%礦	173	反應 (4)	14.68	15.95	8.49	15.22	11.74	81.79	19.84
	174	〃 (5)	15.20	15.12	10.42	14.72	12.17	86.57	29.57
	175	〃 (6)	14.87	15.88	11.62	15.67	14.48	92.24	62.44
20%礦	176	〃 (4)	13.98	14.42	8.48	13.46	9.76	69.64	—
	177	〃 (5)	14.54	15.31	10.02	14.60	12.06	73.79	15.82
	178	〃 (6)	14.82	15.37	10.82	14.98	13.84	82.24	51.96

備考 Notes: T.P. W.P. P.P. C.P. α . β . 第三表参照 see Table III.

鐵礬土礦に混合し磷酸を作用せしむる時はその分解の低下するを見たり。

c) 硫酸と硫酸とによる分解處理中炭酸石灰又は磷酸石灰の添加試験

磷酸鐵礬土礦を硫酸と硫酸とを以て分解を行はしめたる處理品には尙多少の吸濕性を有するものあれども、その分解處理に當り1—2%の炭酸石灰、磷酸石灰、又は兩者を添加して反應せしむる時は、水溶性磷酸に少量の減少を來せども處理品の吸濕性を減少しその固結を防ぎ物理的狀態を著しく良好ならしむる事を認めたり。反應 (4)を行はしむるに當り炭酸石灰、磷酸石灰又は兩者の添加が處理品の水溶性磷酸量に及ぼす影響次の如し。

第五表 炭酸石灰及び磷酸石灰を添加し反應(4)による處理品の分析成績
Table V. Results of chemical analyses of the decomposition products of iron-al-phosphate rocks carried out by the reaction (4) adding ca-carbonate and ca-phosphate.

處理品 番 號 No. of product	磷酸石灰100瓦當 Quantity added per 100g rock(gr)		處理品中百分率 Percentage in product					W.P.×100 T. P.	P.P.×100 T.P.	C.P.×100 T. P.
	磷酸石灰礦* Ca-phosphate rock	炭酸石灰 Ca-carbonate	NH ₃ -N	T.P.	W.P.	P.P.	C.P.			
4	—	—	6.67	13.01	7.50	12.40	11.97	57.30	94.75	91.43
46	5	—	6.53	13.24	7.63	12.40	12.43	57.63	93.66	93.88
45	10	—	6.41	13.52	7.74	12.51	12.33	55.02	92.52	91.17
44	15	—	6.29	14.72	7.83	13.39	13.19	53.19	90.95	89.59
43	20	—	6.12	14.70	7.48	13.21	13.16	50.88	89.86	89.50
204	—	3.3	6.74	13.27	7.28	12.48	12.09	54.87	94.08	91.13
205	—	5.0	6.74	13.09	7.02	12.32	11.87	53.63	93.76	90.68
206	—	6.7	6.71	13.17	6.98	12.24	11.90	52.97	92.92	90.36
207	—	8.3	6.66	13.12	6.79	12.19	11.88	51.77	92.88	90.55
208	—	10.0	6.56	13.04	6.64	12.08	11.79	50.92	92.67	90.43
56	5	3.3	6.49	13.65	6.86	—	12.20	50.26	—	89.37
57	〃	5.0	6.51	13.80	6.74	—	12.24	48.86	—	88.66
58	〃	6.7	6.63	13.32	6.42	—	11.55	48.20	—	86.74
59	〃	8.3	6.65	13.29	6.20	—	11.52	46.63	—	86.66
60	〃	10.0	6.49	13.19	6.09	—	11.34	46.20	—	86.00

備考 Note: T.P. W.P. P.P. C.P. 第三表参照 see Table III.

* クリスマス磷酸 Christmas Island phosphate rock (H₂O 1.01%, T.P. 38.89%, CaO 46.04%, Al₂O₃ 1.58%, Fe₂O₃ 1.18%)

乙 加熱せずして反應せしむる場合

前項に於て磷酸鐵礬土礦に硫酸及び硫酸アンモニアを添加して加熱し反應(2)を行はしめ、磷酸全量の約40—45%が水溶性にして、約80—85%がペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液及び2%枸橼酸液に可溶性の物理的狀態良好なる處理品を得たれども、加熱の操作は甚だ煩雜なるを以て、この操作を行はずして上記の如き良好なる處理品を得んがため30%礦を供用(各試験に30瓦宛を使用すして次の試験を行ひたり。

a) 硫酸アンモニア、其他の添加物の割合を異にしたる分解處理試験

(1) 硫酸アンモニア添加量を増加し又は炭酸石灰、磷酸石灰を添加して反應(1)及び反應(2)を行はしむ。

(i) 反應(1)に於て硫酸を反應の倍量となしたる磷酸鐵礬土礦、硫酸硫酸の混合物を放置するときは固結して塊狀となる。この混合物に更に1—2%の炭酸石灰を混合したるものは(他の原料混合後12時間に添加)少しく多孔質となり物理的狀態良好となる。然れども共に磷酸鐵礬土礦の分

解少くして處理品の水溶性磷酸は磷酸全量の約10%以下にして、同一混合物を加熱し反應せしめたる場合に於ける約 $\frac{1}{2}$ なり。

(ロ) 反應(2)に於ける硫酸と反應倍量の硫安とを添加したる磷酸鐵礬土礦の混合物(No.2. と同一混合物)は最初泥狀なれども、室溫に放置する時は3—4日目より次第に硬化し10—14日後(9月10—20日)に至り全く固結するに至る。之を粉碎する時は水分含量(15—20%)多量なるに拘らず、物理的狀態良好なるものを得たり。然れども磷酸石の分解尙不充分にして加熱處理したるものに比し水溶性磷酸及2% 枸橼酸に溶解する磷酸の増加僅少にて、磷酸全量に對する夫々の割合は30%及び40%なり。

更に硫安添加量を4—5倍量に増加し又は磷酸鐵礬土礦の2—5%の炭酸石灰又は磷酸石灰を添加(他の原料混合後12時間に添加)する時は一層物理的狀態良好なる處理品を得たれども、磷酸鐵礬土礦の分解は更に減少するを見たり。

(2) 加熱せずして反應(2)を行はしめたるものは、磷酸鐵礬土礦の分解僅少なりしを以て、更に酸の添加量を増加して反應(4)を行はしむ。

反應(4)に於て倍量の硫安を添加せる混合物(No.4と同一混合物)は10日間室溫に放置するも尙泥狀を呈したるを以て、反應量の3—6倍量の硫安、硫酸加里又はその當量の硫安、硫酸ガリの混合物、又は磷酸鐵礬土礦の3—10%の炭酸石灰又は磷酸石灰、或は之等の一種乃至二種を同時に併用して添加し加熱せずして反應を行はしめたり。その處理品は何れも乾燥し硫安其の他の添加物の増加と共に愈々物理的狀態良好となりたるが水溶性磷酸少く添加物の増加と共に一層減少し、反應量の6倍の硫安を添加し10日間放置したる處理品の水溶性磷酸は磷酸全量の約20%に過ぎず。

(3) 磷酸鐵礬土礦、反應4倍量の硫安、磷酸石灰礦(反應(1)の添加酸量によりて磷酸を悉く游離する量の混合物に反應(4)又は(5)の硫酸を添加したるもの(混合したる際發熱して溫度上昇す)を二週間放置するに何れも物理的狀態良好なるものを得たり。然れども磷酸鐵礬土礦の分解少く處理品は水溶性磷酸及び可溶解磷酸量少く、且多少吸濕性を有したり。

以上の(1)(2)及び(3)に於て反應(1),(2),(4)及(5)を行はしむる場合硫安其他の添加物を増加し加熱せずして室溫に放置したるに乾燥せる普

通の處理品を得たれども磷酸鐵礬土礦の分解不充分にして、處理品は水溶性磷酸及び可溶解磷酸僅少なりき。即ち加熱は磷酸鐵礬土礦の分解に必要な操作なり。

b) 焙燒したる磷酸鐵礬土礦を供用したる分解處理試驗

磷酸鐵礬土礦の酸分解に於て加熱の必要な事を認めたれども、元來磷酸鐵礬土礦は含水磷酸鹽にして13—20%内外の水分を含有し、これを焙燒し脱水を行ふ時は明礬石、粘土等に於けるが如くその組織を變更し、溶劑に對して著しく溶解度を増加するものなるを以て、焙燒したる磷酸鐵礬土礦を供用して分解を行ふときは加熱せずして適良なる處理品を得るにあらずやとの考察より、焙燒したる磷酸鐵礬土礦を原料として分解試験を行ひたり。即ちマツフル内にて500°Cに30分間焙燒したる30%礦各300瓦を供用して分解を行ひたるに次の成績を得たり。

第六表 焙燒したる磷酸鐵礬土礦を硫酸及び硫安とにより分解したる處理品の分析成績 其の一

Table VI. Results of chemical analyses of the decomposition products of ignited iron-al-phosphate rocks treated with H_2SO_4 and $(NH_4)_2SO_4$. (I)

處理品 番 號 No. of product	酸及び硫安 添加量 Quantity of H_2SO_4 and $(NH_4)_2SO_4$ added	磷酸石 100瓦當 添 加 量 quantity added per 100g rock (gr)		處 理 品 中 百 分 率 Percentage in decomposition product					W.P. T. P.	P. P. T. P.	C. P. T. P.
		磷酸石灰 Ca-phos- phate	炭酸石灰 Ca-car- bonate	NH ₃ -N	T.P.	W.P.	P.P.	C.P.			
									×100	×100	×100
125	反應(2) の93%	5	—	4.43	17.99	8.38	12.86	12.94	46.58	71.48	71.93
127		5	1.7	4.39	17.89	7.66	13.66	12.57	42.82	76.36	70.26
126		5	—	7.41	15.49	6.07	12.93	10.12	39.19	83.47	65.33
130		—	—	3.90	16.48	8.20	13.95	12.51	49.76	84.65	75.91
128		—	1.7	4.57	17.25	8.10	14.83	12.44	46.97	85.97	72.12
132		—	4.0	4.13	17.63	7.62	14.75	13.93	43.25	83.66	79.01
14	反應(3) の95%	—	—	3.93	16.76	6.22	14.14	12.48	37.17	84.35	74.46
51		—	—	3.27	14.01	4.15	11.66	5.61	29.62	83.22	40.07
133		—	—	7.33	11.88	5.59	10.18	9.41	47.05	85.69	79.21
129		5	5.0	7.15	14.09	5.96	10.67	10.08	42.30	75.73	71.54
131		—	5.0	8.38	12.37	5.78	10.03	9.77	46.73	81.08	78.98
110		5	—	8.16	12.50	6.95	—	—	55.60	—	—

備考 Note: T.P. W.P. P.P. C.P. 第三表参照 see Table III.

No. 14, 51は焙燒せざる磷酸鐵礬土礦を原料とし、No. 14は加熱し、No. 51は加熱せずして反應を行はしめたり。

焙燒したる磷酸鐵礬土礦、硫安混合物に硫酸を作用せしむる時は著しく發熱して溫度上昇し、その處理品は初め粘着性塊狀にして表面少しく吸濕すれども、數日後漸く粘着性を失ひ特に炭酸石灰を添加したるものは多孔

質となり物理的状態一層良好となる。上記の試験により焙焼したる磷酸鐵礬土礦を原料とする時は加熱せずして良好なる處理品を得る事を知りたるを以て更に30—50珎の焙焼したる磷酸鐵礬土礦(第一表焙焼礦)を供用し試験を行ひたり。その結果は一層の好成績にして原料混合物は最初チョコレート色の泥狀なれども30分乃至1時間にして淡青灰色の輕石狀に變じ物理的状態極めて良好なる處理品を得。その分析成績の一例を示せば次表の如し。

第七表 焙焼したる磷酸鐵礬土礦を硫酸及び硫酸とにより分解したる處理品の分析成績 其の二

Table VII. Results of chemical analyses of the decomposition products of ignited iron-al-phosphate rocks treated with H_2SO_4 and $(NH_4)_2SO_4$ (II)

處理品番號 No. of product	酸及硫酸添加量 Quantity of acid and $(NH_4)_2SO_4$ added	處理品中百分率 Percentage in product.					W.P. T. P. $\times 100$	P.P. T.P. $\times 100$	C.P. T.P. $\times 100$
		NH ₃ -N	T.P.	W.P.	P.P.	C.P.			
S. 11.	反應(1)	1.80	20.41	6.02	17.48	12.83	29.50	85.64	62.86
◇ 2.	◇ (2)	6.60	14.29	6.82	13.85	13.21	47.74	96.91	92.42
◇ 3.	◇ (3)	6.81	12.35	6.11	11.89	11.83	49.44	96.27	95.82
◇ 15.	◇ (4)	7.78	12.02	6.29	11.55	11.40	52.33	96.10	94.88
◇ 16.	◇ (5)	8.37	10.72	5.40	10.16	9.72	50.36	94.78	90.70
◇ 17.	◇ (6)	7.24	11.53	5.72	11.53	10.92	49.60	100.00	94.71

備考 Note: T.P. W.P. P.P. C.P. 第三表参照 see Table III.

4. 處理品の組成

處理品の組成を窺はんがため加熱し反應せしめたる No. 56 及び焙焼したる磷酸鐵礬土礦を原料とし加熱せずして反應せしめたる No. 131 の處理品二點につき分析を行ひたるに次の成績を得たり。

第八表 處理品の分析成績

Table VIII. Results of chemical analyses of decomposition products.

成分 Ingredient		處理品 Product No. 56		處理品 Product No. 131	
		全 量 Total	水 溶 性 Water soluble	全 量 Total	水 溶 性 Water soluble
酸化鐵	Fe ₂ O ₃	7.10	0.53	6.24	1.04
礬土	Al ₂ O ₃	8.66	8.66	8.32	6.63
石灰	CaO	1.24	0.48	1.25	0.55
磷酸	P ₂ O ₅	12.27	6.35	11.25	5.89
硫酸	SO ₃	36.36	35.46	39.80	39.21
窒素	N ₂	6.33	6.10	8.58	8.54
水分 100°C	Moisture	7.08	—	2.89	—
◇ 110°C	◇	15.96	—	8.68	—

便宜のため水溶性の各成分を組合せてその組成を推定するに次の如し。

成 分	No. 56	No. 131	成 分	No. 56	No. 131
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	8.31	7.29	$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$	2.00	2.30
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	24.01	36.08	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	28.68	22.22
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	1.33	2.61	水に不溶解物	20.05	21.59
水 分	15.66	8.68	計	100.04	99.97

尙處理品をエーテル浸出を行ひて游離酸を検したるに存在を示さす。

豫 備 試 験

1. 貯 藏 試 験

酸化鐵及礬土 3 % 以上を含有する磷酸石より製造せる過磷酸石灰の水溶性磷酸は一般に貯藏中漸次還元を起すものとせらる。而して本試験に於ける處理品はその組成を異にすと雖も、更に多量の酸化鐵及び礬土を含有するを以て處理後に於ける水溶性磷酸の變化を確むる必要あり、依てその貯藏試験を行ひたり。

a) 廣口硝子壺に貯藏したる場合

廣口硝子壺に貯藏したる場合に於ける水溶性磷酸の變化次表の如し。

第九表 貯藏(硝子壺)中に於ける處理品の磷酸の變化

Table IX. Changes of phosphate of decomposition products during storage in glass bottle.

處理品 番 號 No. of product	處 理 日 Date of treatment	貯藏當初 (X30,1933) の處理品の磷酸含量 P_2O_5 contents of products at the start of storage (%)		貯藏各期に於ける處理品の磷酸 全量に對する水溶性磷酸の割合 W.P. × 100 Rate of W.P. to T.P. of the products at each period during storage.			
		T.P.	W.P.	X 30, 1933	I 8, 1934	IV 1, 1934	VII 19, 1934
131	X 28, 1933	12.37	5.78	46.72	50.48	51.47	49.27
132	〃 〃 〃	17.63	8.25	46.96	48.42	47.43	43.31
133	〃 〃 〃	11.88	5.59	47.05	49.83	47.99	47.58
56	X 10, 1933	13.01	6.69	51.41	54.64	51.75	49.60

貯藏260日後水溶性磷酸量僅かに減少を示したれども、磷酸全量に對する水溶性磷酸の割合はNo.131,133に於ては全く減少を來さず。

b) 俵裝して板倉内に貯藏したる場合

焙燒したる磷酸鐵礬土礬 (第一表焙燒礬) を供用し硫酸及硫安を以て分解したる處理品10疋宛を以て包裝して板倉内に貯藏したる場合に於ける重量竝に磷酸の變化は第十第十一表に示す如し。

貯藏中に於ける月平均気温竝に關係湿度次の如し。但気温は午前10時に於けるの気温の平均にして、湿度は一日中に於ける最高湿度の平均なり。

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
気温(°C)	12.0	20.1	23.9	25.4	28.2	22.4
湿度(%)	91.2	87.4	90.1	87.6	86.4	93.4

第十表 貯藏(板倉)中に於ける吸入處理品の重量變化

Table X. Changes in weight of bagged decomposition products during storage in warehouse.

處理品 番 號 No. of product	硫酸及び 硫酸添加量 Quantity of H ₂ SO ₄ and (NH ₄) ₂ SO ₄ added.	處 理 日 Date of treatment	處理品の正味 重 量(斤) Net weight of products (kg)	貯藏各期に於ける各袋の總重(斤) Total weight of each bag during storage (kg)				
				III 29, 1934	VI 29, 1934	VII 28, 1934	VIII 31, 1934	X 1, 1934
S 21	反應 (2)	III 14 1934	10.00	10.94	11.30	11.43	11.61	11.74
〃 22	〃 (2)	III 16 〃	〃	10.08	11.33	11.53	11.58	11.68
〃 23	〃 (3)	〃 〃 〃	〃	10.90	11.33	11.61	11.78	11.86
〃 24	〃 (2)	〃 19 〃	〃	10.90	11.30	11.49	11.51	11.56
〃 25	〃 (2)	〃 23 〃	〃	10.96	11.43	11.61	11.72	11.80
〃 35	〃 (4)	III 4 〃	10.20	—	11.52	11.80	12.02	12.16
〃 36	〃 (5)	〃 〃 〃	10.31	—	11.32	11.50	11.70	11.82
〃 37	〃 (6)	〃 〃 〃	10.41	—	11.32	11.60	11.80	11.93
〃 38	〃 (2)	〃 〃 〃	9.91	—	11.40	11.50	11.42	11.42
〃 39	〃 (2)	VI 22 〃	10.00	—	11.52	11.73	11.82	11.98

備考 Note: 處理品 No. 24, 25 は原料に夫々 30% 磷酸鐵礬土礦と焙燒礬(第一表参照)の混合物即ち 50:50, 75:25 のものを供用したり。No. 38 は焙燒礬(第一表参照)に反應(1)の添加酸量により磷酸が悉く遊離せらるゝ計算量の磷酸石灰礦(T.P. 32.97%, CaO 50.78%, Al₂O₃ 0.90%, Fe₂O₃ 0.70%)を添加反應せしめたり。No. 39. は 20% 礬(四號品)を焙燒したるもの(T.P. 30.57%, Al₂O₃ 27.60%, Fe₂O₃ 8.24%)を供用したり。

第十一表 貯藏(板倉)中に於ける袋に包裝せる處理品の磷酸の變化

Table XI. Changes of phosphate of bagged decomposition products during storage in warehouse.

處理品 番 號 No. of product	貯藏當初の處理品の素素及び磷酸含量 N & P ₂ O ₅ contents of products at the start of storage. (%)			貯藏各期に於ける處理品の磷酸含量 に對する水溶性磷酸の割合 W.P. × 100 Rate of W.P. to T.P. of the products T.P. at each period during storage.			
	NH ₃ -N	T.P.	W.P.	VI 29, 1934	VII 28, 1934	VIII 31, 1934	X 1, 1934
S 21	5.78	13.01	2.14	16.45	18.15	21.63	23.74
〃 22	6.29	13.14	5.95	45.28	45.45	45.50	45.58
〃 23	6.34	11.43	5.61	49.08	48.67	48.93	49.00
〃 24	6.13	12.32	5.11	41.48	41.18	41.12	41.45
〃 25	5.63	13.01	6.07	46.66	46.69	46.83	46.09
〃 35	6.77	11.33	5.38	47.48	47.58	46.99	46.05
〃 36	8.03	9.49	4.92	51.84	51.36	51.30	50.50
〃 37	7.28	10.39	5.23	50.34	50.96	50.46	49.81
〃 38	6.15	14.80	5.03	33.99	34.21	33.11	32.35
〃 39	6.01	11.69	5.39	46.11	45.73	45.98	45.50

貯蔵 6 ヶ月中常に湿度高く、處理品の重量増加は 5—6 %、最高 8 % に達したるも No. S 38 處理品は全く増加せず。尙貯蔵期間短きが故に今後の成績に俟たざれば結論し得ざれども以上の予備試験の成績より考察するに處理品は貯蔵中水溶性磷酸に殆ど變化を來さざるが如し。

2. 處理品の肥料的効果

上述の如く酸の處理により磷酸鐵礬土礫の磷酸を大部分水溶性ならびに枸溶性即ち所謂有効磷酸に變化せしむる事を得たるが、その肥料的効果實際に増大せしめられたるや否やを知らんがため、目下植木鉢試験及び圃場試験の方法により調査中なるが、昭和 8—9 年に於て大麥を供試作物として植木鉢試験によりて施行したる豫備試験の成績を擧ぐれば次の如し。

供試肥料 供用したる肥料及びその三要素含有量は次表に示す如し。

第十二表 供用したる肥料及び處理品の分析成績

Table XII. Chemical analyses of the decomposition products and fertilizers used.

肥料及び 處理品	成 分 Fertilizer and product	アンモニア 性 窒 素 NH ₃ -N	磷酸全量 T.P.	水溶性磷酸 W.P.
過磷酸石灰	Superphosphate of Lime	—	19.90	19.37
磷酸鐵礬土礫	Iron-Al-Phosphate Rock	—	24.85	—
化成礬粉磷酸 アルミナ	Kasei Kohun Rinsanalumina	—	30.47	(P.P. 22.27)
處理品 (Decomposition Product) A. No. 131		8.38	12.37	5.78
◇	◇ B. ◇ 132	4.13	17.63	7.62
◇	◇ C. ◇ 133	7.33	11.88	5.59
◇	◇ D. ◇ 56	6.49	13.65	6.86
硫酸アンモニア	Ammonium Sulphate	20.82	—	—
硫酸加里	Potassium Sulphate	—	—	(K ₂ O. 50.01)

試験方法 面積二萬分の一反陶製植木鉢に荒川沖積土 15 疋を充填したるもの三鉢宛を一區として昭和 8 年 11 月 19 日「關取」種を一鉢當 15 粒宛下種し 12 月 20 日間引して 8 本立となしたり。昭和 9 年 6 月 3 日收穫を行ひたり。而して各鉢當三要素施用量は窒素 2.0 瓦 (硫酸及び供試肥料にて施用し半量を追肥とす) 加里 1.5 瓦 (硫酸加里を基肥に施用す) 磷酸 (磷酸全量にて計算す) 少量區 1.0 瓦、多量區 2.0 瓦宛とす。

生育状況 少量區 過磷酸石灰區に比し處理品施用區特に B. No. 132 は殆ど同等の生育をなしたるも、生育少しく遅れ無効分蘗に終りたるもの多

し。磷酸鐵礬土礦區は無磷酸區に同じく、化成礦粉磷酸アルミナ區は無磷酸區に優れる生育をなしたるも、過磷酸區に比し著しく劣り生育亦甚だしく遅れたり。

多量區 處理品施用區特に B. No. 132 は過磷酸區に同じ生育をなし三月末には草丈莖數共に同數乃至以上に達したるが、生育遅れ無効分蘖多し。

第十三表 處理品の肥効試験成績 大麥 (品種、關取)

Table XIII. Results of pot experiments for decomposition products.

Barley (variety *Sekitori*) 1934.

試 驗 區 別 Treatments	量 Amounts of P_2O_5 applied per pot (gr.)	試 驗 區 番 號 No. of exps.	生 育 Growth				日 月 期 Date of heaving.	風乾收穫物量 (一鉢當り平均) Airdry weight of yield (Ave. per pot)				子 實 得 量 Straw gr. Total Ave. of crops gr.	無Pに對する増收率 (過磷酸區を100とす) Relative increase of grain for control.
			III 5		IV 26			穗 摘 期 Date of heaving.	子 實 得 量 Straw gr. Total Ave. of crops gr.	全 收 量 Total Ave. of crops gr.	無Pに對する増收率 (過磷酸區を100とす) Relative increase of grain for control.		
			草 丈 Length of tops cm	莖 數 No. of stems	草 丈 Length of tops cm	莖 數 No. of stems							
無 磷 酸 No P_2O_5	—	1	8.9	18.6	40.0	33.0	Ⅶ 10	18.1	22.4	44.1	—		
過 磷 酸 石 灰 Superphosphate of Lime	1.0 2.0	2 3	18.3 19.8	71.8 77.8	57.9 59.0	37.3 45.6	Ⅲ 28 Ⅲ 27	51.9 56.1	41.1 45.2	100.5 105.5	100-00 100-00		
磷 酸 鐵 礬 土 礦 Iron Al Phosphate Rock	1.0 2.0	4 5	7.8 9.5	16.9 23.5	39.7 45.4	27.9 33.6	Ⅶ 10 Ⅶ 10	19.3 17.2	23.5 22.4	46.6 43.2	3.55 — 2.37		
化成礦粉磷酸アルミナ Kasei Minokun Rinsanalumina	1.0 2.0	6 7	12.1 16.2	38.9 57.9	47.6 53.0	39.4 33.5	Ⅶ 8 Ⅵ 6	21.9 32.3	27.1 33.1	53.1 70.4	11.24 37.37		
處 理 品 Product A. No. 131	1.0 2.0	8 9	14.4 18.0	60.4 81.1	55.4 58.8	32.9 37.8	Ⅶ 2 Ⅶ 2	38.2 53.8	38.2 47.8	82.4 108.7	59.47 93.95		
處 理 品 Product B. No. 132	1.0 2.0	10 11	17.4 19.5	75.1 87.8	59.7 62.1	31.4 36.6	Ⅶ 1 Ⅶ 1	44.4 55.7	42.3 48.4	92.9 111.7	77.81 98.95		
處 理 品 Product C. No. 133	1.0 2.0	12 13	17.1 17.5	59.5 75.9	58.7 60.0	31.6 44.2	Ⅶ 2 Ⅶ 2	38.9 52.4	40.7 48.2	85.6 108.2	61.54 90.26		
處 理 品 Product D. No. 56	1.0 2.0	14 15	16.6 10.2	62.9 83.9	55.9 60.4	31.4 35.4	Ⅶ 3 Ⅶ 2	37.8 52.2	37.7 46.8	78.2 106.7	58.28 89.74		

收量 處理品少量區に於ける收穫物全量は過磷酸區に比し劣れども多量區に於ては却て凌駕したり。然れども穀實收量に於ては處理品少量區多量區共に劣り、無磷酸區に對する過磷酸區の穀實増收量を 100 とする時は處理品少量區は 56—80、多量區は 90—99 なり。磷酸鐵礬土礦少量區は 36 なれども多量區は却つて無磷酸區に比し減收を示したり。而して化成礦粉磷酸アルミナ區は少量區 11、多量區 37 なり。

以上の植木鉢試験の成績によれば磷酸鐵礬土礦は酸處理によりてその磷酸の肥料的効果を著しく向上し、處理品は大麥作に對し過磷酸石灰の約 80 %、化成礦粉磷酸アルミナの約 2—5 倍の増收を來し得るに至る。

摘 要

磷酸鐵礬土礦の利用法としてその酸による分解に關し研究をなし、而してその處理品につき豫備的に貯藏試驗竝に肥料的効果の調査を行ひたり。

1. 酸分解を行ふに當りては磷酸鐵礬土礦の含有する磷酸鹽を酸性鹽又は正鹽に變化せしむるを主眼となし、その反應に當量の硫酸又は磷酸を添加して分解し、又更に硫酸アンモニアを加用して處理し、處理品の磷酸の溶解度及び物理的性状に就き觀察したり。

2. 酸化鐵及び礬土に對し磷の比1:1.5の $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5$, $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5$ に變化せしむる反應量の硫酸及硫酸アンモニアを添加し處理したるものは磷酸全量の約40—45% 水溶性に、80% 内外ペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液及2% 枸橼酸に對し可溶性にして殆ど吸濕性なく物理的狀態亦良好なり。

3. 酸化鐵及び礬土に對し磷の比1:1.5以上の酸性磷酸鹽に變化せしむる反應量の硫酸及び硫酸アンモニアを以て處理したるものは磷酸の溶解度更に大なれども漸く吸濕性を有するに至る。

4. 磷酸分解に於て添加したる磷酸は水に不溶性に變化すれども、添加量の増加すると共に、その割合を減少し磷酸鐵礬土礦の磷酸は有効態に變化す。然れども硫酸に比較し分解作用甚だ緩慢なり。

5. 酸化鐵及び礬土に對し磷の比1:2の $\text{Fe}_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (HPO_4)₂, $\text{Al}_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (HPO_4)₂ に變化せしむる反應量の磷酸を以て處理を行ふ時は原料磷酸鐵礬土礦中ペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に溶解せざりし磷酸の70—80% は同液に可溶性となる。然れども2% 枸橼酸液に對する溶解度は變化甚だ少し。

6. 磷酸鐵礬土礦を硫酸及び硫酸アンモニアを以て處理するに當り約2—5% の炭酸石灰又は磷酸石灰を添加し反應せしむる時は水溶性磷酸に大なる影響なく處理品を多孔質ならしめ磷酸鐵礬土礦に特有の固化を防ぎ物理的狀態を良好ならしむると共に著しく吸濕性を減少す。

7. 酸を作用せしむる場合その處理方法は磷酸鐵礬土礦の分解程度に著しく影響し、加熱の操作は磷礦石の分解及び乾燥したる處理品を得る上に必要なる事項なり。

8. 磷酸鐵礬土礦を焙焼して脱水を行ひたる後分解處理を行ふ時は加熱

せずして燐礦石の分解及び物理的性狀良好なる處理品を得。

9. 處理品の貯藏中に於ける燐酸の變化については目下試験中なれども豫備試験の成績によれば處理品は酸化鐵及び礬土を多量に含有するにも拘らず貯藏中水溶性燐酸の變化一般に少く適當なる處理を行ひたるものは全く還元を示さざるが如し。

10. 處理品の肥料的効果については目下植木鉢試験及び圃場試験の方法により調査中なるも、豫備試験の成績によれば大麥作に對し處理品は過燐酸區の無燐酸區に對する穀實增收を100とする時は少量區 56—80, 多量區 90—99, 平均 80 にして、この場合化成礦粉燐酸アルミナは少量區 11, 多量區 37 平均 24 なり。

終に臨み本研究に就きて鹽入技師の懇篤なる指導助言を深謝し、なほ終始多大の盡力を煩はしたる技手柳隆三氏に多謝す。

引用文献 (Literature cited)

1. 酸又は酸性鹽を以て處理し燐酸鐵礬土礦を利用せんとする主要なる特許番號
 - A. 燐のみ利用せんとするもの

日本	42304, 42305, 42606, 44956, 50913, 70964, 73932, 86084, 86171, 87706, 87948, 89667, 91026, 93405, 96047, 97447, 98402, 101864.
米國	252029, 276143, 281635, 283426, 301248, 302266, 305249, 317010, 382604, 383427, 407240, 446087, 446998.
獨逸	4685, 303333.
英國	16862.
 - B. 燐及び礬土を利用せんとするもの

日本	63861, 68278, 89740.
米國	1854765
獨逸	503028, 506277, 516460, 522168, 546214.
英國	156 995, 2069, 235860, 363909, 371632.
2. HOFFMAN, M.K. Lexikon der anorganischen Verbindungen. Bd. II. Al bis Xenon No. 56—81. 1912.
3. ERLNMEYER, E. Studien über phosphorsaure Salze. Annalen der Chemie. 190:189—190. 1876. 194:176—201, 1878.
4. MELLOR, J.W. A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry Vol. V. p. 362—365. 1924.
5. GMELIN-KRAUT'S. Handbuch der anorganischen Chemie. Bd. II. 638—641 Abt. II. 1909.
6. MARSHALL, H. L., LADER, L. F., and JACOB, K. D. Factors affecting the Phosphoric acid-Phosphate rock reaction. Ind. Eng. Chem., 25 : 1253—1259, 1933.

7. NEUMANN, B. u. KLEYLEIN, K. Das Zurückgehen der wasserlöslichen Phosphorsäure in Superphosphaten. Zeit. Angew. Chem. 34; 77—80; 84—86, 1921
8. FRITSCH, J. The manufacture of chemical manures. 1920.
9. SCHUCHT, L. Die Fabrikation des Superphosphates. 1926.
10. WAGGAMAN, H. Phosphoric acid, phosphate, and phosphoric fertilizers. 1927.
11. KAUSCH, O. Phosphor, Phosphorsäure und Phosphate. 1929
12. 木田芳三郎. 肥料製造學, 上卷 大正十四年

AN UTILIZATION OF IRON-ALUMINIUM PHOSPHATE ROCKS AS RAW MATERIALS OF PHOSPHATIC FERTILIZERS.

(*Résumé*)

Yoshizo HAYASHI

The phosphate rocks containing a large proportion of iron and alumina are distributed widely in the world, but are scarcely utilized. Since several years the author is trying to use such rocks as raw material for the manufacture of phosphatic fertilizers. This paper contains the results of the studies on the decomposition of the phosphate rocks by mineral acids; it contains also those of the preliminary studies on the retrogradation of the phosphate of the decomposition products during the storage as well as the availability of the phosphate produced as manure for barley.

The phosphate rocks are first of all treated by adding sulphuric or phosphoric acid in such a quantity as no free phosphoric acid is produced, and it may react upon and convert the latter into acidic phosphates; i.e. $\text{Al}_2(\text{Fe}_2)(\text{HPO}_4)_3$, $\text{Al}_4(\text{Fe}_4)(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_6$, $\text{Al}(\text{Fe})\text{H}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Al}_2(\text{Fe}_2)(\text{HPO}_4)_4(\text{HPO}_4)$, $\text{Al}(\text{Fe})(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$, or normal phosphates. Further, other manure may be produced by adding ammonium sulphate to the mixture of the above treatment in such a quantity as double equivalent or more to the aluminium sulphate (in the case of decomposition of sulphuric acid, alum is produced).

Thereupon the solubility of phosphate and the physical properties of the decomposition products were observed.

The results of chemical analyses of the phosphate rocks used are shown in Table I, and the actual quantities of acids and ammonium sulphate added per 100 g. rock are shown in Table II. Table III shows the results of chemical analyses of the decomposition products treated with sulphuric acid or phosphoric acid by heating on water bath; and Table IV, those of chemical analyses of these products treated with ammonium sulphate and sulphuric or phosphoric acid. The results of our experiments lead us to the following conclusions:

1. Phosphate rocks treated with ammonium sulphate and sulphuric acid in such a proportion as it is necessary to produce acidic phosphate $\text{Al}_2(\text{Fe})_2(\text{HPO}_4)_3$, do not deliquesce and other physical properties are commercially quite good. The products contain phosphates of 40–45% soluble in water, and about 80% soluble in ammonium-citrate or 2% citric acid.

2. The products obtained by treating the phosphate rocks with large proportions of ammonium sulphate and sulphuric acid to change their phosphates into more acidic phosphates than $\text{Al}_2(\text{Fe})_2(\text{HPO}_4)_3$ are richer in water-soluble phosphates; although they are more deliquescent.

3. In the decomposition of phosphate rocks with phosphoric acid, the latter is converted into insoluble form, though the rate of the conversion decreases with the increase of the added phosphoric acid till finally the phosphate of rocks are rendered available. On the whole, phosphoric acid acts more slowly than sulphuric acid.

4. When the rocks are treated with so much phosphoric acid as is necessary to change the phosphate into $\text{Al}_2(\text{Fe})_2(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_2$, about 70–80% of the phosphate becomes soluble in ammonium-citrate solution, with little change of its solubility in 2% citric acid.

In the process of the phosphate rocks treatment, the addition of 2–5% Ca-carbonate or Ca-phosphate will make the products porous and non hygroscopic, with little influence on the water solubility of phosphoric acid. Table V shows the influence of the addition of Ca-salts on the water soluble phosphoric acid content of the products.

Heating during the process of the treatment of the rocks has a marked effects on the decomposition; and to get the dry products which are rich in available phosphoric acid, it is necessary to heat the raw mixture. If the phosphate rocks are dehydrated by calcination before acid treatment, heating is not necessary.

The results of preliminary experiments on the retrogradation of the phosphate of decomposition products and its availability as manure for barley are shown in the Tables IX–XIII; and summarized as follows:

i) The phosphate of decomposition products properly treated does not change its solubility at all during storage.

ii) In pot experiments of barley, the relative increase of the amounts of grains, in the case of superphosphate as 100, are for the products 80 on the average, and for “Kaseikohun Rinsanalumina” (which is the phosphatic fertilizer manufactured by ignition from iron aluminium phosphate rock) 24 on the average.

磷酸鐵礬土礦の磷酸溶解度と 焙燒溫度との關係

技師 林 義 三

技手 柳 隆 三

磷酸鐵礬土礦を焙燒して枸橼酸アンモニアに溶解する磷酸を含有する肥料を製造する方法は既に實行せられ、本邦に於て現在販賣せらるゝ肥料の「化成礦粉磷酸アルミナ」と稱するものも亦、その方法を應用せるものなり。

概して磷酸鐵礬土礦は焙燒の程度によりその含有する磷酸の溶解度を著しく異にするものにして、磷酸を有効に利用する上に於て之等の關係に就ての研究は極めて必要なり。然るにこの方面に關する從來の文獻を見るにその焙燒の適溫に就き精細なる研究成績を見ず。著者等は磷酸質肥料の原料としての磷酸鐵礬土礦一利用法 [1] に關する研究上北大東島產磷酸鐵礬土礦の磷酸溶解度に及ぼす焙燒の影響につき明かにすること必要なりしを以て之等につき實驗を行ひたり。次にその成績を發表せんとす。

實 驗

供試磷酸鐵礬土礦 1 瓦を陶製坩堝に採り、電氣爐内にて加熱し灼熱減量を秤量し、後直ちに常法によりペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液及び 2 % 枸橼酸液に溶解する磷酸をモリブデ酸法により定量したり。

供試磷酸鐵礬土礦は前報 [1] に於て記載したる北大東島產磷酸鐵礬土礦 30 %, 25 %, 20 % 礦の三種にして之等の礬石は現在「化成礦粉磷酸アルミナ」の製造原料として使用せらるゝものなり。實驗成績を述ぶれば次の如し。

(1) 焙燒溫度と磷酸の溶解度との關係

磷酸鐵礬土礦を種々の溫度に 1 時間焙燒したる場合に於ける灼熱減量並に磷酸の溶解度の關係を示せば第一表並に第一圖の如し。

灼熱減量は 110°C 附近に於て急激に増加し、其後溫度の上昇に伴ひ漸次増量して 500°C に至れば殆ど最高量に達す。而して 500°—1000°C の間に於ける焙燒による灼熱減量の増加は甚だ僅少なり。

第一表 磷酸鐵礬土礦の磷酸溶解度と焙焼温度との關係

Table I. The relation between the temperature of ignition and the solubility of phosphate in iron-aluminium phosphate rocks.

焙 焼 温 度 Ignition temperature °C	30 % 磷 (T.P. = 30.26 %)			25 % 磷 (T.P. = 26.90 %)			20 % 磷 (T.P. = 22.91 %)		
	L.I.	P.P.	C.P.	L.I.	P.P.	C.P.	L.I.	P.P.	C.P.
原 礦 untreated	—	9.31	0.83	—	8.29	0.57	—	7.34	0.45
* 100	3.15	11.32	0.89	3.57	9.82	0.79	3.43	8.88	0.73
* 110	12.70	16.31	2.61	10.63	13.21	1.78	9.06	12.77	1.74
150	14.17	17.15	3.12	11.79	13.48	2.16	10.56	13.41	2.09
200	14.92	21.76	2.48	12.94	16.61	1.68	11.55	13.48	1.70
300	16.68	21.88	2.63	14.89	17.35	2.12	13.48	13.84	1.97
400	18.51	23.48	3.24	16.98	18.56	3.34	15.46	15.95	3.15
500	20.55	29.58	5.67	19.19	25.64	5.22	17.63	21.82	4.84
600	20.95	29.47	5.12	19.68	25.32	4.56	18.30	22.01	4.29
700	21.34	28.21	4.95	20.28	24.94	4.41	18.81	21.78	3.86
800	21.64	26.59	4.53	20.44	23.66	4.36	19.11	20.05	4.07
900	21.66	23.79	4.59	20.56	20.38	4.98	19.40	17.67	4.08
1000	22.00	23.13	3.35	20.70	19.33	3.86	19.60	17.03	3.43

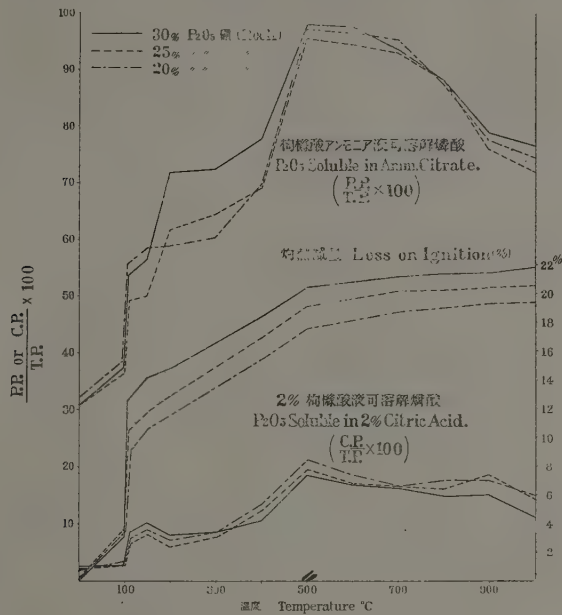
備考 Note : L.I. = 灼熱減量 Loss on ignition. T.P. = 全磷酸 Total P_2O_5 .P.P. = ペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に可溶磷酸 P_2O_5 sol. in amm. citrateC.P. = 2 % 枸橼酸液に可溶磷酸 P_2O_5 soluble in 2 % citric acid.* 印のものは恒量となるまで~~を~~熱し、その他は何れも1時間灼熱したり。

* = Heated to constant weight. Other samples heated for an hour

磷酸の溶解度は焙焼によりペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液及び2 % 枸橼酸液に對し略々平行して増加し、共に 500°C に焙焼を行ひたるもの最も溶解度高く、この温度に於ける可溶解磷酸量は磷酸全量に對しペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に於て95—98 %、2 % 枸橼酸液に於て18—21 % なり。温度 600°C 以上に上昇するときは磷酸の溶解量は漸次減少し、900—1000°C に至ればペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に可溶なる磷酸量は磷酸全量の75—78 % となる。斯の如く 500°C に焙焼したる場合の磷酸溶解度最高にして灼熱減量亦殆ど最高に達する關係より考察するに、焙焼に伴ふ磷酸鐵礬土礦の磷酸溶解度の變化は主として脱水作用に基因するものなるべし。GOODALE [2], [3] は Redonda 及び Connetable Is. より産出する磷酸鐵礬土礦は 325°C 附近に於て完全に脱水し、この温度に焙焼したるものは枸溶性磷酸量最高を示せども、更に高温に焙焼を行ふ時は磷酸の溶解度を減少することを記載し、MORSE [2] は 650°C に加熱したるもの最も枸溶性磷酸量多く、又濕分の影響により磷酸の還元最も少き事を報じ尙又 BARTHOLOMEW &

第一圖 磷酸鐵礬土礦の磷酸溶解度と焙焼温度との關係

Fig. I. The relation between the temperature of ignition and the solubility of phosphate in iron-aluminium phosphate rocks.



JACOB [4] は Connetable Is. より産出する磷酸鐵礬土礦(磷酸全量 42.34 %, 礬土 28.57 %, 酸化鐵 3.42 %) を 105, 200, 400, 600, 800°C に 2 時間加熱し焙焼前磷酸全量の 9 % のみが中性枸橼酸アンモニア液に可溶性なりし場合に之を 105°C に加熱して恒量ならしむる時 63 % が枸溶性に變化し、600°C に加熱したるものは磷酸全量の 64 % が可溶性に變じ溶解度最も高き事を認めたり。

第二表 磷酸礬土、磷酸第一鐵及び磷酸第二鐵の溶解度に及ぼす焙焼の影響

Table II. Effect of ignition on the solubility of aluminium phosphate, ferrous phosphate and ferric phosphate.

磷酸鹽 Phosphate	焙 焼 前 Before ignition			500°C に 焙 焼 後 Ignited at 500°C		800°C に 焙 焼 後 Ignited at 800°C	
	T.P.	P.P.	P.P. T.P. × 100	P.P.	P.P. T.P. × 100	P.P.	P.P. T.P. × 100
AlPO ₄	36.23%	35.86%	98.99	35.18%	97.09	29.03%	80.14
FePO ₄	34.70	33.41	96.28	33.39	96.22	13.90	40.07
Fe ₃ (PO ₄) ₂	28.89	28.13	97.38	28.05	97.08	3.88	13.42

備 考 Note : T.P. P.P. 第一表備考参照 see Table I.

著者等は上述の試験により磷酸鐵礬土礦を 500°C 附近に焙焼する時は枸溶性磷酸量最高に達し、この溫度を越へて焙焼する時は次第に磷酸の溶解度を減少する事を知りたれども更に純粋なる磷酸鐵及礬土につき之等の關係を知らんがため各々を 500°, 800°C に 1 時間加熱しペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に溶解する磷酸量を定量したり。その成績は第二表に示すが如く焙焼溫度 500°C に於て磷酸鐵、礬土何れも殆ど溶解度に影響なけれども 800°C に至れば著しく溶解度を減少し、特に磷酸鐵に甚しきを見たり。

(2) 焙焼時間と磷酸溶解度との關係

25% 磷酸鐵礬土礦を供用し 300°, 500°, 及び 800°C に於て焙焼時間とペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に對する磷酸溶解度との關係を検したり。

第三表 磷酸鐵礬土礦の磷酸溶解度と灼熱時間との關係

Table III. The relation between the time of ignition and the solubility of phosphate in iron-aluminium phosphate rocks.

焙焼溫度 Temp. of Ign.	300°C				500°C				800°C			
焙焼時間 Hours. of Ign.	灼熱減量 L.I.	P.P.	P.P. T.P. × 100	灼熱減量 L.I.	P.P.	P.P. T.P. × 100	灼熱減量 L.I.	P.P.	P.P. T.P. × 100	灼熱減量 L.I.	P.P.	P.P. T.P. × 100
0.5	14.13	16.97	63.09	18.71	25.45	94.61	20.19	23.73	88.22			
1.0	14.89	17.35	64.50	19.19	25.64	95.32	20.44	23.66	87.95			
2.0	14.89	17.29	64.28	19.20	25.53	94.91	20.52	23.08	85.80			
3.0	14.90	16.78	62.38	19.20	25.35	94.24	20.56	22.71	84.42			
5.0	14.90	16.52	61.41	19.22	25.22	93.45	20.52	22.26	82.75			

備考 Note : L.I. T.P. P.P. 第一表備考參照 see Table I.

焙焼溫度 300°C 及び 500°C に於ては 1 時間焙焼を行ひたるものペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に溶解する磷酸量最も多く、更に焙焼を繼續するときは減少をみたり。800°C に於ては 30 分間焙焼したるもの溶解度最も高く、焙焼時間の増加に伴ひ益々減少を示したり。

(3) 焙焼したる磷酸鐵礬土礦の磷酸の溶解度に及ぼす濕分の影響

焙焼して脱水したる磷酸鐵礬土礦を放置したる場合、再び水分を吸収して枸溶性磷酸量を減少するものなるや否やを知らんがため 25% 磷酸鐵礬土礦を 300°—800°C に 1 時間焙焼したる後 30°C の定溫器内に水を盛り濕分を飽和せしめたる玻璃鐘内に放置し重量増加及びペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に溶解する磷酸量の變化を調査したり。その成績第四表の如し。

第四表の成績によれば 500°C 以下の溫度に焙焼したるものは容易に水分を吸収して著しく重量を増加し、焙焼前に於ける重量附近に達し得れども

第四表 焙焼したる磷酸鐵礬土礦を 30°C の飽和濕度中に放置したる場合に於ける重量及び磷酸の溶解度の變化

Table IV. The change of the weight and phosphate solubility of ignited iron-aluminium phosphate rocks on standing in saturated humidity at 30°C.

焙焼温度 Ign. temp. °C	300° (14.89%) ^X		500° (19.19%) ^X		600° (19.68%) ^X		700° (20.29%) ^X		800° (20.44%) ^X	
放置時間 Hr. of standing	重量増加* Wt. Inc.	P.P.	重量増加* Wt. Inc.	P.P.	重量増加* Wt. Inc.	P.P.	重量増加* Wt. Inc.	P.P.	重量増加* Wt. Inc.	P.P.
0	— [%]	17.35 [%]	— [%]	25.64 [%]	— [%]	25.32 [%]	— [%]	24.94 [%]	— [%]	23.66 [%]
24	10.24	16.71	7.82	24.91	6.25	25.05	3.59	24.61	1.91	23.25
48	10.90	16.78	8.91	24.91	6.81	24.85	3.96	24.53	2.38	23.21
72	*11.31	—	9.45	—	—	—	—	—	2.77	—
96	12.33	16.60	10.09	24.86	7.58	24.81	4.14	24.42	3.05	23.17
144	13.20	—	10.85	—	—	—	—	—	3.93	—
192	13.73	16.57	11.36	24.88	8.08	24.85	5.88	24.33	4.55	23.20
312	14.09	—	11.75	—	—	—	—	—	4.55	—
408	14.09	—	11.75	—	—	—	—	—	4.55	—
480	14.09	16.57	11.75	24.89	8.50	24.60	5.85	24.37	4.55	23.15

備考 Note: X 灼熱減量 Loss on ignition. P.P. 第一表備考参照 see Table I.

* 焙焼前の供試量に對する割合 (% for the wt. of sample before ignition.)

500—800°C に焙焼したるものは水分吸収甚だ緩慢にて吸収量も亦僅少にして 800°C に焙焼したるものゝ 30°C 飽和濕度中に於ける最大吸水量は同溫度に於ける灼熱減量の約 $\frac{1}{4}$ に過ぎず。之等の關係を見るに 500—800°C に於ける焙焼により磷酸鐵礬土礦の理化學的性狀に變化の行はるゝ事明かなり。

水分吸収に伴ふ焙焼後の磷酸溶解度の變化は僅少にして、焙焼したる磷酸鐵礬土礦を 30°C に飽和したる濕度中に 480 時間放置したる場合、ペーテルマン氏枸橼酸アンモニア液に溶解する磷酸量の減少は 300°C に焙焼したるもの、焙焼直後に於て同液に溶解する量の 4.50%、500°C に焙焼したるもの、2.93%、800°C に焙焼したるもの、2.16% なり。

以上は短期間に於ける焙焼したる磷酸鐵礬土礦の磷酸溶解度と水分吸収の關係なるも更に長期貯藏中に於ける之等の關係に就ては目下試験中なり。

摘 要

1. 磷酸鐵礬土礦の焙焼溫度、焙焼時間と磷酸の溶解度との關係、並に焙焼後に於ける磷酸の溶解度に及ぼす水分の影響につき研究を行ひたり。

2. 500°C に 1 時間焙焼する時は殆ど完全に脱水し、ペーテルマン氏枸橼酸アンモニア及び 2% 枸橼酸に對し磷酸の溶解度最高となる(前者に對し

磷酸全量の 95—98%、後者に對し 18—21% 可溶性となる)。500°C を超えて焙焼する時は磷酸の溶解度次第に減少し、1000°C に焙焼したるものはペーテルマン氏枸橼酸アンモニアに對し磷酸全量の約 76% が溶解するに過す。

3. 300°C 及び 500°C に於ては 1 時間 800°C に於ては 30 分間焙焼したるものの磷酸の溶解度最も大にして更に焙焼時間を増加する時は溶解度減少す。

4. 脱水後磷酸鐵礬土礦の水分吸収に伴ふ磷酸溶解度の變化に關しては尙精細研究中なるも、500°—800°C に焙焼し脱水したる磷酸鐵礬土礦の磷酸の解度に及ぼす濕分の影響は僅少なるが如し。

引用文献 Literature cited.

1. 林義三、磷酸質肥料の原料としての磷酸鐵礬土礦—利用法 農林省農事試験場彙報第二卷第四號 395—414, —昭和十年
2. MORSE, F. W. The effect of moisture on the availability of dehydrated phosphate of alumina. J. Am. Chem. Soc. 25 : 280—288, 1903.
3. Chem. Central-Blatt. : 988, 1903.
4. BARTHOLOMEW, R. P. and JACOB, K. D. Availability of iron, aluminium, and other phosphates. A. O. A. C. 16 : 598—611, 1933.

EFFECT OF IGNITION ON THE SOLUBILITY OF IRON-ALUMINIUM PHOSPHATES IN CITRIC ACID AND CITRATE SOLUTIONS.

Yoshizo HAYASHI and Ryuzo YANAGI

The relation between the temperature of ignition and the solubility of the phosphate of iron-aluminium phosphate rocks was studied, together with the influence of moisture on the solubility of dehydrated rocks. The iron-aluminium phosphate rocks used are the same as those used in the report ([1] in literature cited).

The results of the experiments are summarised as follows.

1. Ignition has a very marked effect for increasing the solubility of phosphate of the iron-aluminium phosphate rocks, which are more soluble in amm-citrate than in 2% citric acid.

2. The phosphate rocks completely dehydrated by ignition for an hour at 500°C, show the maximum solubility of their phosphate in amm-citrate or 2% citric acid, (95—98% soluble in the former, and 19—21% in the latter.) By heating above 500°C up to 1000°C the phosphate gradually becomes insoluble, and a marked decrease of solubility of phosphate is seen when the rocks are heated at 1000°C (soluble about 75% in amm-citrate).

3. By heating more than an hour at 300° or 500°C, or heating half an hour at 800°C the solubility of phosphate of the rocks decreases.

4. The effect of moisture absorbed when in contact with moist air saturated at 30°C on the solubility of the dehydrated phosphate rocks is slight.

石灰を含む中性燐酸質肥料の 水溶性燐酸定量法に就て

技手 清水 隆 一

技手 鎌谷 榮 次

化學肥料に於ける水溶性燐酸の定量に際して其供試液の調製は振盪浸出又は洗滌浸出(大正二年當場發行の肥料分析法所載振盪浸出法、洗滌浸出法)等の方法によりて行ふを一般とす。而して過燐酸石灰等の一般化學肥料に於ては之等何れの方法によるもその分析結果常に一定にして殆んど差異なきものなり。然るに著者等は最近或る特殊の肥料につき上記の方法を適用せるに際しその分析結果は供試液調製法の異なるにより又同一供試液調製法に於ても試料秤取量の異なるにより更に供試液調製の際の溫度の差異により注目すべき程度の差異あるを認めたり。この事實は偶々「みくに」化成肥料の分析に當りて認めたる所にして著者等は先づ本肥料の分析に際しての供試液調製に於ける試料秤取量及び溫度の異なるにより分析結果に差異を來す原因につきて考究を試みたり。この結果上記の差異を來す原因は該肥料の水溶成分に石灰を含有せることと其の水溶液の反應 pH 6.0 内外を示すことにより水溶性燐酸が石灰と結合して水に不溶性の燐酸石灰に變化するによるものにして、この不溶性燐酸石灰の生成は供試品量と處理液量との關係並に溫度の差異に支配せらるることを知りたり。

本報に於ては上記に關する實驗成績を報告せんとす。

「みくに」化成肥料の水溶性燐酸

著者等は「みくに」化成肥料の水溶性燐酸定量に際して供試液調製の方法並に供試品の秤取量及び溫度の異なるによりて分析結果に差異あることを認めたり。本項に於ては其等の實驗成績を記述し、尙ほ數種市販の化學肥料及び化成肥料に於ては之等の差異なき事實を述べんとす。

I) 水溶性磷酸定量法

本實驗に於て施行せし水溶性磷酸の定量法は當場刊行の肥料分析法記載の振盪浸出法及び洗滌浸出法並に過磷酸石灰の水溶性磷酸定量法として當場にて内規せる捏和振盪浸出法の次記三方法に依りたり。

(A) 振盪浸出法 供試品 2.5 乃至 5 瓦を 500 匁フラスコに採り水約 400 匁を加へ振盪器にて 1 分間 30—40 回廻轉しつつ 30 分間振盪し次に水を加へ標線に達せしめ振盪して能く混合し乾燥濾紙にて濾過し濾液 25 乃至 50 匁を採りモリブデ酸法に依り磷酸を定量す。

(B) 洗滌浸出法 供試品 2.5 乃至 5 瓦を小形の乳鉢に採り水少許を加へ能く捏和して濁濁液を濾紙上に注ぎ更に此操作を三回反覆し(本實驗に於ては五、六回反覆せり)次に水にて乳鉢の滓渣を濾紙上に移し洗滌して濾液の磷酸反應を呈せざるに至るを待ち、濾液に硝酸少許を加へ透明ならしめたる後 500 匁となし(供試「みくに」化成肥料にては 5 瓦秤量の場合洗滌液 800 匁以上を要したるを以てこの際は濾液を一立とせり)其 25 乃至 50 匁を採りモリブデ酸法に依り磷酸を定量す。

(C) 捏和振盪浸出法 供試品 2.5 乃至 5 瓦を乳鉢に採り少許の水を加へて濕潤せしめ乳棒にて約 2 分間能く捏和したる後之を 500 匁フラスコに移し振盪浸出法を行ふ。

II) 供 試 品

「みくに」化成肥料は大日本人造肥料株式會社の製品にして燐鹽石に硫酸アンモニア、硫酸加里又は鹽化加里及び少量の石灰窒素を混合せるものを磷酸又は含燐磷酸液にて處理後アンモニア瓦斯を作用せしめたるものなり。その性狀は灰黑色を呈し過磷酸石灰に比すれば粗粒狀のもの多し。

供試肥料は 12 試料(A—L)にしてその採取の場所及び時日を異にするものも昭和 7 年 1 月乃至 6 月の製造にかかるものなり。

之等各試料は分析に際し豫め乳鉢にて粉末とし 1 耗の篩を通せしものを用ひたり。試料 A に就きその主なる成分を分析せし成績は次の如し。

水分	7.50 %	全窒素	10.22 %	全磷酸	13.50 %	全硫酸	35.33 %
全石灰	8.75 %	加里	9.04 %	鹽素	4.02 %		

III) 「みくに」化成肥料の水溶性磷酸分析成績

實 驗 第 一

著者等は先づ「みくに」化成肥料 9 點に就き試料の秤取量を一定とし前記三方法による分析比較を試みたり。即ち試料 5 瓦を秤取し各分析法により處理して 500 匁となし該液 25 匁を採りて(但し洗滌浸出法によるものは 1 立とし其の供試液 50 匁を採りたり)磷酸を定量したり。その分析成績は第一表に示すが如し。

第一表 三方法による「みくに」化成肥料の水溶性磷酸量 (Temp. 15-20°C)

Table I. Water-Soluble P_2O_5 of Mikuni Compound Fertilizer by Three Analytical Methods.

試 料 Sample	振 盪 浸 出 法 Method A %	捏和振盪浸出法 Method C %	洗 滌 浸 出 法 Method B %
A	7.74	7.63	8.29
B	7.32	6.97	7.40
C	7.56	7.26	7.63
D	7.30	6.93	7.36
みくに Mikuni	E 7.77	7.48	—
F	8.00	7.36	8.15
G	7.97	7.44	8.19
H	7.60	7.11	7.57
I	7.40	7.08	—

本成績によれば各試料とも供試液調製の方法により成績を異にし洗滌浸出法による結果最も高く捏和振盪浸出法によるもの最も低きを知りたり。

實 驗 第 二

數試料に就き供試品量を異にし分析を行ひたる結果は第二表の如し。

第二表 供試品量による水溶性磷酸量比較成績 (Temp. 15-20°C)

Table II. Effect of Varying the Weights of Sample in Determination of Water-Soluble P_2O_5 .

試 料 Sample	分 析 法 Method	供 試 品 秤 取 量 Weights of sample				
		1.25 g	2.5 g	5 g	10 g	20 g
みくに Mikuni	振 盪 浸 出 法 Method A	9.03	8.22	7.74	7.03	6.67
		—	8.25	7.77	—	—
		—	8.75	8.00	7.00	—
	捏和振盪浸出法 Method C	—	8.04	7.63	—	—
		—	7.92	7.48	—	—
	洗 滌 浸 出 法 Method B	—	8.62	8.29	—	—

本試験に於けるが如く各試料ともに供試品量少きもの程その分析成績高く供試品量多き程その成績低きを知りたり。

實 驗 第 三

四試料に就き各種の温度のもとに振盪浸出法と捏和振盪浸出法により供試液を調製して水溶性磷酸量の比較を試みたり。その成績は次表の如し。

第三表 温度による水溶性磷酸量比較成績

Table III. Effect of Varying Temperature in Determination of Water-Soluble P_2O_5 .

試料 Sample	分析法 Method	供試品量 Wt. of Sample (g)	0°C	5°C	15°C	19°C	26°C	31.5°C	65°C
みくに A Mikuni	振盪浸 A	2.5	8.91	8.97	—	8.01	—	7.71	7.74
		5.0	8.25	8.24	—	7.73	—	7.66	7.63
〃 J	〃	2.5	—	8.94	8.48	8.37	8.14	—	—
		5.0	—	8.29	—	7.83	7.68	—	—
〃 K	〃	2.5	—	8.73	8.38	8.18	—	7.71	—
		5.0	—	8.22	7.90	7.83	—	7.59	—
	捏振浸 C	5.0	—	8.09	—	—	—	7.54	—
〃 L	振盪浸 A	2.5	—	8.24	8.03	—	—	7.40	—
		5.0	—	8.06	7.55	—	—	7.20	—
	捏振浸 C	5.0	—	7.71	—	—	—	7.17	—

本成績によれば供試液調製の際の温度によりても著しき差異を生じ温度低き程分析結果常に高く、温度高きに從ひ漸次その成績低きを知りたり。

實 驗 第 四

次に振盪浸出法に依り振盪時間と溶出磷酸量との關係につき實驗を行ひたるに振盪時間少き程溶出磷酸量多きを知りたり。その成績は次の如し。

第四表 振盪浸出時間と水溶性磷酸量との關係 (Temp. 25.5°C)

Table IV. Difference of Water-Soluble P_2O_5 owing to the Time of Extraction. (Method A)

試料 Sample	供試品量 Wt. of Sample	振盪浸出時間 Time of Extraction (hours)						
		¼	½	1	2	3	6	24
みくに A Mikuni	2.5 g	8.08	7.90	7.69	7.57	7.50	7.48	7.50
	5.0 g	7.83	7.69	7.60	7.48	7.41	7.39	7.39

IV) 其他の無機質磷酸肥料の水溶性磷酸分析成績

著者等は「みくに」化成肥料に於ては水溶性磷酸量が前記の各供試液調製法により、又同一供試液調製方法に於ても供試品採取量の異なるにより、或は供試液調製の際の温度によりて差異あることを述べたり。

然るに過磷酸石灰及び之を配合せる肥料或はアンモホス、硫磷安の如き肥料に於ては著者等の實驗室に於ける多くの分析成績より見るに前記の各供試液調製方法の何れによるも分析結果に殆んど差異なく、又供試品採取

量及び供試液調製の際の温度の異なるによりても同様差異なきものなり。而して尙ほ之等肥料並に大日本人造肥料株式會社にて製造せらるる「みくに」化成肥料と製造法の相似たる數種化成肥料に就きその水溶性磷酸を供試液調製法、供試品量及び供試液調製の際に於ける温度等を異にし分析せしに次に示すが如く「みくに」化成肥料に於けるが如き差異を認めざりき。

實 驗 第 一

硫磷安及びアンモホスに就きて實驗せし成績は第五表の如く各方法により又供試品量の異なるにより差異なきを知りたり。

第五表 硫磷安、アンモホスの水溶性磷酸の分析法による比較成績
Table V. Water-Soluble P_2O_5 of Ammophos etc. by Analytical Methods.

試 料 Sample	振盪浸出法 Method A		捏和振盪 浸出法 Method C 5 g	洗滌浸出法 Method B 5 g	備 考	
	2.5 g	5 g			NH_3-N %	Total P_2O_5 %
硫 磷 安 Ryurinan	A 14.50	14.53	14.53	14.53	18.07	15.25
	B 14.77	14.75	14.75	14.73	18.00	15.40
アンモホス Ammo-phos	A 18.18	18.18	18.16	18.20	16.50	20.42
	B 17.08	17.06	17.08	17.08	16.97	19.39
	C 17.95	17.95	17.96	17.99	16.92	20.36

次に大日本人造肥料株式會社に於て製造せられたる數種の化成肥料に就きて行ひし實驗成績は次の如し。

第六表 各種化成肥料の水溶性磷酸の分析法による比較成績
Table VI. Water-Soluble P_2O_5 of various Compound Fertilizers by Analytical Methods.

試 料 Sample	振盪浸出法 Method A		捏和振盪浸出法 Method C 5 g	備 考		
	2.5 g	5 g		Total-N %	Total P_2O_5 %	Methyl orange に對する反應
みづほ化成	9.28	9.30	9.31	8.06	10.08	酸 性
大日本甘藷化成	7.80	7.78	7.76	3.77	11.18	〃
つかさ化成	8.61	8.51	8.51	6.28	11.20	〃
にしき化成	10.16	10.00	9.98	5.30	12.04	〃
硫 曹 化 成	10.99	10.82	10.91	5.46	12.89	〃
やまと化成	11.84	11.81	11.80	9.99	14.47	中 性

之等各供試品に於ては振盪浸出法と捏和振盪浸出法により、又供試品量の差異によりてその分析成績に大差なきを知りたり。

實 驗 第 二

次に數種肥料につき水溶性磷酸定量に際しての温度の影響を實驗したる成績は次表に示すが如し。但し試料は5瓦を採り振盪浸出法によりたり。

第七表 温度の差違による水溶性磷酸比較成績

Table VII. Effect of Varying Temperatures in Determination of Water-Soluble P_2O_5 .

試料 Sample	温度 Temperature		pH	試料 Sample	温度 Temperature		pH
	5°C	27°C			5°C	27°C	
過磷酸石灰 { A Superphosphate { B	14.25	14.31	3.2	にしき化成 みづほ化成	9.72	9.93	3.3
	19.63	19.65	3.0		9.52	9.52	3.1

Remark : Weight of sample was 5 grams. Determined by Method A.

本實驗成績によれば供試液調製の際の温度により供試みに化成肥料に於けるが如き差異なきを知りたり。

V) 實驗結果の要約

以上の實驗成績は次の事項に要約し得べし。

供試みに化成肥料の水溶性磷酸は

1) 供試液調製の方法によりその分析成績に差異を認む。

2) 供試品の秤取量少き程その分析成績は高く、供試液調製の際の温度低き程その分析成績は高し。

過磷酸石灰、アンモホス、硫磷安及び數種の化成肥料に於てはかかる事實を認めず。

供試液調製條件により水溶性磷酸量に差異を生ずる原因

前記成績により供試みに化成肥料の水溶性磷酸量は供試液調製の方法により又同一供試液調製の方法に於ても供試品採取量並に供試液調製の際の温度の異なるによりて差異あることを知りたり。此の如く供試液調製條件の異なるにより水溶性磷酸量に差異を生ずる原因に就きて考ふるに、該肥料は磷酸の外に石灰を含有し且つ後述する如く水溶液の反應が中性に近きを以て、之を水に溶解する時に磷酸と石灰が複雑なる二次的結合を惹起するに依ることと推知するに難からず。この方面に關する從來の研究成績を見るに、先づ 1923 年 WENDET 及び CLARKE [4] は磷酸液を水酸化石灰液にて滴定せし場合の pH の變化と沈澱生成の現象に就きて研究したる結果次の如く述べたり。即ち磷酸液に水酸化石灰液を加ふる時は磷酸に對し、水酸化石灰一當量以上を加ふれば磷酸二石灰の沈澱を生じ、更に水酸化石灰

液を加ふれば磷酸に對し水酸化石灰が三當量に達するまで磷酸三石灰を沈澱す。而して磷酸二石灰の沈澱領域に於ては水酸化石灰液の添加により反つて pH 價が減少し、従つてその電壓滴定曲線は波狀となる。又磷酸二石灰の沈澱領域に於ては水酸化石灰液滴加直後と放置後とに於て pH 價を異にし、時間の経過と共にその pH 價は前半部に於ては減少し、後半部に於ては増加す。而して氏等は磷酸二石灰の沈澱領域の前半部に於て放置により溶液の pH 價の減少する理由につきては最初に生じたる磷酸二石灰が不安定にして漸次に水溶性なる磷酸一石灰と難溶性なる磷酸三石灰とに變化するにありと説明せり。尙ほ HOLT, LA MER 及び CHOWN 等[2]も同様な事實を認め、更らに BRITTON [1] は 0.01024 M 磷酸液 100 ㊦を 0.0447 N 水酸化石灰液にて滴定せしに 1.53 當量 = 35 ㊦の水酸化石灰液を加へし際沈澱を生じその際に於ける溶液の pH は 5.98 なりしを報告せり。

以上の磷酸液を水酸化石灰液にて滴定せる研究成績よりすれば磷酸石灰の液底體存在し溶液の反應 pH 6.0 内外なる場合に於ては磷酸と石灰との平衡に達するに稍、長時間を要するを以て、實驗操作の相違により溶液中の磷酸含量に差異あるは容易に推知しうる所にして、この關係が「みくに」化成肥料の水溶性磷酸定量の場合に關與するや否やを知るため先づ「みくに」化成肥料につきてその水溶液の反應を調査したるに次の成績を得たり。

第八表 水溶液の水素イオン濃度

Table VIII. pH Value of Aqueous Solution of Mikuni Compound Fertilizer.

試料	供試液處理方法			供試液の pH	水溶性磷酸%	
みくに K	1.25 g	称取	振盪浸出法	15°C	6.4	8.40
	2.5 g	〃	〃	〃	6.3	8.18
	5 g	〃	〃	〃	6.1	7.83
みくに L	5 g	〃	〃	31.5°C	5.9	7.20
	5 g	〃	恒和振盪浸出法	〃	5.8	7.17
	5 g	〃	振盪浸出法	5°C	6.0	8.06
みくに J	5 g	〃	〃	19°C	6.2	7.83

〔備考〕 上記は三試料に就ての例なるも他の試料の水溶液の pH も上記同様 5.8—6.4 なり。

第八表の成績によれば「みくに」化成肥料の水溶液の反應は pH 5.8—6.4 を示すを以て、本肥料は供試液調製條件により水溶性磷酸量に差異を生ずるに非ずやと考察し次の實驗を行ひたり。

實 驗 第 一

A) 高温にて處理せしものと、之を濾別せず更に低き温度に放置したるものにつき水に溶解する磷酸量を定量したるに次に示すが如く兩者間に殆んど差異なきを認めたり。(試料J)

供試品 5 瓦に水(20°C)を加へ30分間振盪後6時間室温(25-26°C)に放置し一定量となし其濾液につき磷酸を定量せし結果	7.48%
同上條件にて振盪後3時間室温に放置し更に3時間5°Cに放置したる後一定量となし其濾液につき磷酸を定量せし結果	7.49%

この外二三試料に就きても同様なる實驗を試みしに何れも殆んど差異無きを知りたり。

B) 次に低温にて處理せし液を高温に保ちたる際の變化を觀察したるに次の如き事實を見たり。

(1) 第三表實驗の供試品 5 瓦を 5°C にて處理したる供試液を約 60°C に加温したるに直ちに絮狀の白色沈澱を生じたり。

(2) 0°-5°C にて處理したる供試液を 20°-30°C の温度に一晝夜放置したるに結晶性の白色沈澱を生じたり。

以上(1)、(2)の沈澱を各々濾別し水にて洗滌したる後鹽酸に溶解し(全く溶解す)之の成分を定性したるに石灰及び磷酸がその主成分なるを知りたり。

(3) 供試みくに「化成肥料(A 試料)5 瓦を 0°-3°C にて處理せし供試液約 200 匁を三晝夜約 20°-30°C の室に放置し生成したる結晶性の沈澱を濾紙上に濾別し少許の水にて洗滌後、之れを 250 匁の定容フラスコに稀鹽酸にて溶しこみ標線まで水を加へたる後、該液 100 匁宛を採り石灰及び磷酸を定量したり。その結果は石灰(CaO) 4.28 匁、磷酸(P_2O_5) 5.42 匁にして之の分析結果よりすれば石灰と磷酸の比は 0.7896 にして磷酸二石灰の石灰と磷酸の比 0.7892 とよく一致せり。之により該沈澱は磷酸二石灰なる事を知りたり。

上記の實驗結果よりして「みくに」化成肥料の水溶性磷酸量が振盪浸出法による際温度により差異を生ずるは温度高きに從ひ水溶磷酸の一部が水に不溶性の形態なる磷酸と石灰との化合物に變化するに基因するものと推察し得らるべし。

實 驗 第 二

第二表に示せる實驗に使用せし供試液に就き磷酸の外に水に溶解せし硫酸及び石灰を定量せり。その成績は次の如し。

第九表 供試品量と水に溶解せる磷酸、硫酸、石灰との關係

Table IX. Effect of Varying the Weights of Samples in Determination of Water Soluble P_2O_5 , SO_3 , CaO . (expressed as per cent of sample)

試料 Sample	供試品秤取量(g) Weight of Sample	P_2O_5 %	SO_3 %	CaO %
みくに A Mikuni	1.25	9.08	35.27	4.42
	2.5	8.22	35.08	3.79
	5.0	7.74	34.70	3.07
	10.0	7.03	34.15	2.54
	20.0	6.67	33.54	1.82
みくに F Mikuni	2.0	8.88	35.24	3.66
	2.5	8.75	35.22	3.66
	5.0	8.00	34.64	3.12
	10.0	7.00	33.65	2.43

本表の數字は各成分の原品中の百分率にして之の實驗成績より見るに供試品量の異なるによりその分析成績に差異あるは只に水溶性磷酸に止らず、石灰、硫酸等も亦供試品量多き程その分析成績低きを知るべし。而して上表により供試量少き場合と多き場合との間の硫酸と石灰の減少量を見るに硫酸の減少量が全部石灰と結合して硫酸石灰となりたりとするも尙ほ石灰の減少量はその計算量より遙かに過剰なり。故に石灰は供試液調製の條件により一部磷酸と結合するものと考へ得らるべし。

以上の實驗成績により供試液調製の際の溫度並に供試品量により水溶性磷酸量に差異あるは水溶成分間の化學變化によるものにして主として磷酸が石灰と結合して一部不溶性の形態となるに基因するものと認め得べし。

然るに水溶性磷酸の外に水に溶解する石灰を含める過磷酸石灰並に「みくに」化成肥料と略同様な製法による他の化成肥料等に於てかゝる事實を見る事無きは供試「みくに」化成肥料に於てはその水溶液の反應 pH 6.0 内外を示すに反し、之等肥料は何れも pH 低く酸性なるによるものと推察せり。

實 驗 第 三

「みくに」化成肥料の製造方法は前記せし如く磷酸に硫酸アンモニア、加里鹽及び少量の石灰窒素を混合し之れを磷酸液にて處理しアンモニア瓦斯を

作用せしめしものなり。故にその製品の水溶液の反應は時により多少異なるべく従つて水溶性磷酸定量に際して前述の傾向を常に有するやは疑問とする所なり。

偶々昭和八年九月大日本人造肥料株式会社王子工場にて採取せしものはその肥料の水溶液の pH は 5.6 にして、之につきてその水溶性磷酸を温度と供試品量を異にして振盪浸出法により定量せしに前記の試料に於けるが如く分析結果に著しき差異を示さざるを知りたり。ここに於て著者等はこの試料にアンモニア瓦斯を通じ水溶液の反應 pH 6.2 及び 6.3 を呈すに至りし試料につき實驗せしに前記實驗と同様供試液調製の際の温度及び濃度等によりて著しく分析結果に差異ある事實を認めたり。之等の分析結果を示せば第十表の如し。

第十表 アンモニアを添加せし「みくに」化成肥料の水溶性磷酸分析成績
Table X. Water-Soluble P_2O_5 of Ammoniated Mikuni Compound Fertilizer.

試料 Sample	全窒素 Total N %	全磷酸 Total P_2O_5 %	供試品秤取量 Wt. of Sample g	水溶性磷酸 Water-Soluble P_2O_5 %					pH
				0-5°C	7-9°C	25°C	50°C	70-75°C	
8 年 9 月 入 手 の 「みくに」化成肥料		10.08	11.56	2.5	8.91	—	9.14	—	5.6
				5.0	8.72	—	8.85	—	5.6
同上にアンモニア 瓦斯を通ぜしもの	A	11.32	11.29	2.5	7.48	—	6.12	—	6.3
				5.0	7.09	—	5.63	—	6.3
同 上	B	10.80	11.38	2.5	8.37	8.27	7.99	7.54	6.2
				5.0	8.24	8.11	7.60	7.32	6.2

Remark : (A), (B) ammoniated by passing ammonia gas into Mikuni Compound Fertilizer (received on Spt. 1934), the pH value of which shows 5.6.

即ち前表に於けるが如く原試料の磷酸溶解量は 2.5 瓦秤量と 5 瓦秤量とを比較するに供試量少き時は稍、その結果高きもその差は僅少にして又温度の高低によりてもその差異殆んど無し。而して供試液調製の際の温度による關係は却つて温度低き場合の溶出磷酸量が温度高き場合より僅少なるを認め、前記の供試「みくに」化成肥料の如き傾向無きを知りたり。之に對しアンモニア瓦斯を通じ水溶液の pH 6.3 並びに 6.2 を示せる試料に於ては 2.5 瓦秤量と 5 瓦秤量との差異大にして又温度による差異も明かに認められ、温度低き程その溶出磷酸量多きを知りたり。この結果は前記の供試「みくに」化成肥料にて認めたる傾向と全く同様なり。

之等の事實よりして供試「みくに」化成肥料の水溶性磷酸定量に於て供試品量、溫度等によりて分析結果に差異あるはその水溶液の反應に明かに關係あるものと考へらるべし。

以上の實驗より供試「みくに」化成肥料の水溶性磷酸量が供試液調製の際の溫度並に供試品採取量の異なるによりて差異あるは供試品の水溶液の pH が 6.0 内外なるを以て水溶成分として存在する石灰が磷酸と結合して不溶性磷酸石灰を生ずる事あるに依るものなるを知りたり。

水溶液中に於ける磷酸石灰の沈澱生成に就て

本項に於ては前記の實驗並に考察に關聯して水溶液中に於ける磷酸石灰の沈澱生成につき考究せんとす。

磷酸液を水酸化石灰液にて滴定せし場合の變化に就ては前述せる WENDT, HOLT 及び BRITTON 等の研究あり。然れ共之等の研究は溶液の濃度又は溫度と沈澱生成との關係に就きては特に記述せず。著者等は之等の間に密接なる關係あるべしと推察せしを以て、この間の關係を窺知する一つの方法として磷酸二アンモンと磷酸一石灰を混合せる溶液(pH 6.0 内外)につき濃度及び溫度と沈澱生成との關係につき調査を行ひたり。

本實驗に使用せし磷酸二アンモン並びに磷酸一石灰の組成は次の如し。

磷酸二アンモン： 窒素 21.17%、磷酸 53.55%、 $N : P_2O_5$ 0.395 (理論數は窒素 21.21%、磷酸 53.77%、 $N : P_2O_5$ 0.394) にして殆んど磷酸二アンモンの形態の純品と認むべきものなり。

磷酸一石灰(マルク製)： 石灰 16.81%、磷酸 52.23%、 $CaO : P_2O_5$ 0.322 (分子式 $CaH_4(PO_4)_2 \cdot Aq$ より計算せる理論數は石灰 22.24%、磷酸 56.34%、 $CaO : P_2O_5$ 0.395) にして磷酸一石灰の外に遊離磷酸の存在するを推定せしを以てその量を定量せしに P_2O_5 として 8.99% なるを知りたり。實驗第一に於ては本品をそのまま使用せるも、實驗第二に於ては本品をエーテルにて數回浸出し尙ほ遊離磷酸存在するも石灰 18.72%、磷酸 50.58%、 $CaO : P_2O_5$ 0.370 の成分を有するものを用ひたり。(以下記載中に於ける磷酸鹽の各試験液の調製は使用せし藥品を純品としてその相當量を用ひたり。)

實 驗 第 一

磷酸二アンモンの $\frac{1}{15}$ Mol 溶液と磷酸一石灰の $\frac{1}{15}$ Mol 溶液をその儘或は一
定濃度に稀釋して兩液を混合攪拌し生成する沈澱の状態につき觀察せり。

第十一表 磷酸一石灰と磷酸二アンモン液混合による沈澱生成狀態の觀察

磷酸一石灰 + 磷酸二アンモン		溫度 11°C の 場 合	溫度 24°C の 場 合
A) $\frac{1}{15}$ mol(25cc) + $\frac{1}{15}$ Mol(25cc)		直ちに結晶性沈澱を生ず。	直ちに結晶性沈澱を生ず。(30時間後の沈澱の $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$ は 0.780 にして CaHPO_4 と認む)
B) $\frac{1}{30}$ Mol(50cc) + $\frac{1}{30}$ Mol(50cc)		始めは液混濁するのみなるも徐々に沈澱沈降し結晶性沈澱を生ず。	直ちに結晶性沈澱を生ず。(30時間後の沈澱の $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$ は 0.829 にして大部分 CaHPO_4 と認む)
C) $\frac{1}{75}$ Mol(100cc) + $\frac{1}{75}$ Mol(100cc)		始め 2,3 時間は液透明なるも後徐々に沈澱を生成し始め、時間と共に量を増す。4 日間放置後の沈澱は結晶性にして $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$ は 0.801 なり。	始め僅に液混濁し、後結晶性の沈澱を生ず。4 日間放置せしに沈澱は Amorphous のものも生成す。(その沈澱は $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$ 0.957 にして CaHPO_4 と $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ の混合と認む)
D) $\frac{1}{150}$ Mol(100cc) + $\frac{1}{150}$ Mol(100cc)		——	始め數時間は液透明なり。一晝夜放置後に於ては結晶性沈澱の生成を見る。但し混合液を 80°C に温めしものは直ちに Amorphous 沈澱を生じその $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$ は 0.976 なり。

上表によりて濃度高き場合に於ては溫度の如何にかかはらず直ちに沈澱を生ずるも、濃度低き場合に於ては溫度低き時は直ちに沈澱の生ぜざるを知りたり。而して生成する沈澱は溫度によりその形態に差異あるが如き事實を認めたるを以て次の如き實驗を行ひたり。

實 驗 第 二

磷酸二アンモン $\frac{1}{60}$ Mol 溶液と磷酸一石灰 $\frac{1}{60}$ Mol 溶液各 50 ㍗宛を有栓試験管に採り 0°-5°C, 10°C, 15°C, 20.5°C, 25.5°C, 30°C, 36°C なる恒温槽に入れ(各組二本宛)沈澱生成の状態を觀察し、4 時間後と 25 時間後にその沈澱を陶製濾過埴埴に濾別し 100°C にて約一時間乾燥し沈澱量を秤量したる後稀鹽酸にて溶解し石灰及び磷酸量を定量したり。その實驗結果は第十二表の (I) に示すが如くにして又 25 時間後の沈澱生成の状態は第二十六圖版 A に於けるが如し。(兩液混合の際に於ける pH は 6.1 なり。)

本成績に依れば 4 時間後に於ける沈澱生成量は溫度の低きより高きに從ひ順次増加し磷酸及び石灰も同様なる傾向を示せり。而して 25 時間後に於ては圖版にて見る如く沈澱生成の状態溫度低きより高きに從ひ沈澱量多き

が如く觀察さるるも沈澱量を秤量するにその重量並に沈澱せし磷酸及び石灰の量は第十二表(1)の如く寧ろ温度低き場合の方多き傾向認められたり。沈澱の形態に就ては4時間後と25時間後に於て $0^{\circ}\text{--}5^{\circ}\text{C}$ にては何れも磷酸二石灰の結晶性のもののみよりなり、それ以上の温度に於ては磷酸二石灰と三石灰との混合と考へらるるものにして温度高きに從ひ順次三石灰の形態多き傾向を認めたり。又沈澱する石灰及び磷酸の量は4時間後より25時間後に於けるもの何れもその量多きを知りたり。

上記實驗によれば磷酸、石灰及びアンモニアを含む pH 6.0 内外の水溶液にて生成する磷酸石灰の沈澱はその平衡状態に達する迄に長時間を要し又その沈澱生成は時間の経過と共に増加するものなり。而して又温度の關係によりて著しくその形態並に沈澱量は影響せらるるものなる事を知りたり。

實 驗 第 三

實驗第二より上記の如き關係を知りたるを以て本實驗にては更らに稀薄なる液即ち $1/100$ Mol の磷酸二アンモンと磷酸一石灰との液を作りその兩液を(a) 1:1, (b) 1:2, (c) 2:1 の割合に混合し(その混合液の pH は 6.0 前後)之の三者に就きて各温度と沈澱生成につき前記同様の試験を行ひたり。

即ち磷酸二アンモン $1/100$ Mol 溶液と磷酸一石灰 $1/100$ Mol 溶液とを

(a) $1/100$ Mol 磷酸二アンモン 50 ㍺ + $1/100$ Mol 磷酸一石灰 50 ㍺混合後 pH 6.1)

(b) $1/100$ Mol 磷酸二アンモン 25 ㍺ + $1/100$ Mol 磷酸一石灰 50 ㍺混合後 pH 5.7)

(c) $1/100$ Mol 磷酸二アンモン 50 ㍺ + $1/100$ Mol 磷酸一石灰 25 ㍺混合後 pH 6.4)

の三種の割合に混合し前實驗と同様各温度の恒温槽に入れ沈澱生成の状況を觀察し、24時間後に於て管底に沈降せし沈澱を取出して石灰と磷酸とを定量したり。その結果は第十二表の(2), (3), (4)に示すが如くにして又(a)の1時間後、4時間後及び24時間後に於ける沈澱生成状況は第二十六圖版Bの1, 2, 3の如し。

この實驗によれば何れを通じても數時間後に於ては沈澱を明に生ずるも一般に温度低きものに於ては生成甚だ遅く温度高きもの程速かなる事實を知りたり。而して24時間後に於ける沈澱の形態は分析結果よりするに實驗第二に於けると同様 $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$ の比は温度低き程少なき傾向にして(b)に於ては 26°C までは(1-5)結晶性の磷酸二石灰のみなるを知りたり。

第十二表 磷酸二アンモンと磷酸一石灰混合液に於ての温度と生成沈澱の關係

Table XII. Effect of Varying Temperature on the Formation of Precipitate in Mixtures of Di-ammonium Phosphate and Mono-calcium Phosphate.

(1) $\frac{1}{50}$ Mol. $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (50cc) + $\frac{1}{50}$ Mol. $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ (50cc) 混合液の場合

		1(0-5°C)	2(10°C)	3(15°C)	4(20.5°C)	5(25.5°C)	6(30°C)	7(36°C)
4時間後 の沈澱 (After 4 hrs)	生成量 mg	43.7	72.4	75.5	76.2	78.4	80.3	80.2
	CaO mg	15.0	30.0	31.0	32.5	33.5	35.0	36.0
	P ₂ O ₅ mg	19.1	31.3	32.5	34.1	34.6	35.9	35.7
	CaO : P ₂ O ₅	0.785	0.958	0.954	0.953	0.968	0.975	1.008
	形 状	Crystalline	Amor- phous	〃	〃	〃	〃	〃
25時間後 の沈澱 (After 25 hrs)	生成量 mg	122.8	111.2	102.0	93.1	89.3	85.6	86.3
	CaO mg	41.0	39.5	37.8	37.5	37.5	37.0	38.0
	P ₂ O ₅ mg	52.2	46.3	43.7	40.8	37.8	36.4	38.2
	CaO : P ₂ O ₅	0.785	0.853	0.865	0.919	0.992	1.016	0.995
	形 状	Crystalline	Cry+ Amor	Cry+ Amor	Amor- phous	〃	〃	〃

〔備考〕 兩液混合後1時間目は1-4は液混濁せしのみにして沈澱の沈降を見ざりしも、5-7に於ては沈澱沈降し液は既に透明となりたり。

(2) $\frac{1}{100}$ Mol. $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (50cc) + $\frac{1}{100}$ Mol. $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ (50cc) 混合液の場合(24時間後)

(After 24hrs)		1(0-3°C)	2(9.5°C)	3(15°C)	4(21°C)	5(26°C)	6(30°C)	7(36°C)
沈澱中の	CaO mg	17.7	18.2	17.6	17.5	16.6	17.9	17.7
	〃 P ₂ O ₅ mg	21.6	22.0	21.2	19.2	16.7	16.3	16.3
	CaO : P ₂ O ₅	0.819	0.827	0.830	0.911	0.994	1.098	1.087
沈 澱 の 形 状		Crys- talline	〃	〃	Cry+ Amor	Amor- phous	〃	〃

〔備考〕 液混合直後の pH は 6.1, 尚ほ時間經過後の pH は 1 の 4 時間後 6.0, 24 時間後 5.7, 7 の 24 時間後 5.6

(3) $\frac{1}{100}$ Mol. $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (25cc) + $\frac{1}{100}$ Mol. $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ (50cc) 混合液の場合(24時間後)

(After 24 hrs)		1(0-3°C)	2(9.5°C)	3(15°C)	4(21°C)	5(26°C)	6(30°C)	7(36°C)
沈澱中の	CaO mg	8.2	6.2	8.5	9.4	7.2	10.2	9.6
	〃 P ₂ O ₅ mg	10.4	7.9	10.7	12.0	9.2	12.3	10.5
	CaO : P ₂ O ₅	0.788	0.785	0.794	0.783	0.783	0.829	0.914
沈 澱 の 形 状		Crys- talline	〃	〃	〃	〃	Cry+ Amor	〃

〔備考〕 液の pH は 1 の 4 時間後 5.7, 24 時間後 5.6, 7 の 24 時間後 5.5

(4) $\frac{1}{100}$ Mol. $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (50cc) + $\frac{1}{100}$ Mol. $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ (25cc) 混合液の場合(24時間後)

(After 24 hrs)		1(0-3°C)	2(9.5°C)	3(15°C)	4(21°C)	5(26°C)	6(30°C)	7(36°C)
沈澱中の	CaO mg	7.1	7.9	11.5	10.2	11.8	10.8	10.8
	〃 P ₂ O ₅ mg	8.9	9.8	11.6	9.3	9.7	9.5	9.5
	CaO : P ₂ O ₅	0.798	0.806	0.991	1.097	1.216	1.137	1.137
沈 澱 の 形 状		Crys- talline	〃	Cry+ Amor	Am r- phous	〃	〃	〃

〔備考〕 液の pH は 4 の 4 時間後, 24 時間後共に 6.4, 又 7 の 24 時間後 6.4

以上の實驗よりして著者等は磷酸、石灰及びアンモニアの三成分を含み pH 6.0 内外の水溶液に於ける磷酸と石灰との生成沈澱は濃度並に放置の温度と時間により、沈澱量及び形態を異にすることを知りたり。

この事實は「みくに」化成肥料の水溶性磷酸の分析に際し供試液調製の條件により差異を生ずる關係を説明するものなるべし。

過磷酸アンモンの水溶性磷酸定量に就て

茲に過磷酸アンモンと稱するは過磷酸石灰にアンモニア瓦斯を作用せしめたるものにして大日本人造肥料株式會社の市販する別製磷安肥料は此種の肥料にして米國に於ては Ammoniated Superphosphate と一般に稱せらるるものなり。過磷酸石灰にアンモニア瓦斯を通ずる時は過磷酸石灰の水溶性磷酸は還元し不溶解に變化するものなり。前記の別製磷安肥料は水溶性磷酸の著しく減少せざる程度にアンモニアを作用せしめたるものなるが、米國の Ammoniated Superphosphate にてはアンモニアを作用せしめる量相當多きものも市販せられ居る如し。而して米國にてはかかる肥料につきての磷酸の檢定成分は可溶解磷酸を以てするを一般とせるが、この Ammoniated Superphosphate の可溶解磷酸の定量につき KITSUDA 及び SALTER [3] はアンモニア性窒素 2.5% 以上に及ぶものに於ては可溶解磷酸量と供試品量との間に關係ありて枸橼酸アンモン液に溶ける磷酸は供試品量多きに從ひ少き事を認め、之に依りて此等肥料の可溶解磷酸の定量法は供試品量をなるべく少量とする事を提案し、又一方法として蓚酸アンモンを含める枸橼酸アンモン液を用ふる方法を記述せり。

前項に於て供試「みくに」化成肥料は供試品量及び温度によりてその水溶性磷酸量に差異ある事實を述べ、その原因として水溶成分たる磷酸と石灰との關係によるものと結論したるが、過磷酸アンモンに於てもその水浸液の pH が 6.0 内外を示すものにありては「みくに」化成肥料と略々同様な現象を示すは容易に推知しうる所にして之れに關し次の如き實驗を行ひたり。

1) 供 試 品 の 調 製

過磷酸石灰の全磷酸 19.90%、水溶性磷酸 19.87% なる試料を硝子瓶に入れ之にアンモニア瓦斯を通じ能く攪拌し次表に示す如き六試料を調製せり。

II) 實 驗 成 績

上記の各試料を2.5瓦と5瓦宛秤量し温度低き場合と然らざる場合につき振盪浸出法により水溶性磷酸量を定量したる成績は次の如し。

第十三表 過磷酸アンモンの水溶性磷酸の温度及び供試品量による差異
Table XIII. Effects of Varying Temperature and Weights of Sample in Determination of Water-Soluble P_2O_5 in Ammoniated Superphosphates.

試 料 Sample	全 窒 素 Total N %	全 磷 酸 Total P_2O_5 %	温 度 (°C) Temp.	水溶性磷酸 Water-Soluble P_2O_5 %		供試液の pH (但し2.5g 秤取の分)
				2.5 g	5.0 g	
A	1.39	20.41	5	19.60	19.50	—
			23	19.75	19.75	3.2
B	3.98	19.21	5	11.69	11.43	—
			22	11.51	11.48	5.3
C	4.28	19.90	5	10.31	10.12	—
			22	10.40	10.22	5.4
D	4.91	20.06	3	9.39	9.02	—
			22	8.91	8.37	5.7
E	5.57	19.43	3	7.13	6.91	—
			22	6.73	6.34	5.9
F	6.13	19.19	3	5.89	5.63	—
			22	5.65	5.29	6.5

之の實驗成績によれば試料Aに於ては前記みに「化成肥料」に見る如き傾向無し。次に試料B,Cに於ては22°Cの場合、5°Cの場合共に供試品量による差異は僅かに認めらるるも温度による差異は全く認められず。アンモニア瓦斯を更に通じたる試料D,E,Fに於ては「みに」化成肥料と同様な傾向を認め、供試品量によりてその分析結果に差異を認めるのみならず、温度によりても明らかに差異を認め温度低き程その成績高きを知るべし。

之を通覧すれば過磷酸石灰にアンモニア瓦斯を通じて水溶液の反應 pH 5.7以上を示すに至りしものは供試みに「化成肥料」と同様な傾向を認め得べし。次に試料Dにつき更に温度の變化と溶出磷酸量との關係につき分析を行ひたるに次の如き成績を得たり。

第十四表 過磷酸アンモンの水溶性磷酸定量に際しての温度の影響
Table XIV. Effect of Varying Temp. in Determination of W.S. P_2O_5 of Ammoniated Superphosphates.

試 料 Sample	供試品量 Wt. of Sample (g)	温 度 Temperature (°C)							
		3	8	22	24	35	50	50-55	70-75
過磷酸アンモン D	2.5	9.39	9.12	8.91	8.98	8.98	9.23	9.34	9.63
	5.0	9.02	8.88	8.37	8.52	8.62	9.02	9.02	9.49

即ち之れによれば 0°C の時その溶出磷酸多く温度高きに従ひその量を減じ 22°C に於て最も減少し更に温度高きに従ひて水溶性磷酸量増加す。この温度高きに至りて溶出磷酸量を増加するは「みくに」化成肥料に於ては見ざる所なり。然れども過磷酸アンモンに於ても温度約 20°C 以下に於ては供試液調製の際の温度、供試品量等の差異により溶出磷酸量に供試「みくに」化成肥料に於て見たると同様の傾向を認むべし。この供試品量、温度等により分析結果に差異あるは「みくに」化成肥料と同一原因によるものなるべく、又この他の肥料に於ても石灰を含み水溶液の pH 6.0 内外のものに於てはその水溶性磷酸量は供試液調製の際に於ける温度、供試品量によりて差異を生ずべし。

磷酸二アンモンを含む濃厚肥料及び之等と過磷酸 石灰とを配合せし肥料の水溶性磷酸定量に就て

著者等は前項に於て水溶性の石灰及び磷酸を含む肥料にしてその水溶液の反応 pH 6.0 内外を示す肥料に於てはその水溶性磷酸定量成績は供試液調製の条件により差異ある事實を述べたり。而してロイナホス、ニトロホスカ等の如き磷酸二アンモンを含みその水溶液の pH 7.0 内外を示す市販濃厚肥料に於ても前述の見地よりすれば前記「みくに」化成肥料と同様供試液調製の条件に依り分析上の差異を生ずる事あるべきは考へらるる所にして、又之等肥料と磷酸一石灰を含む過磷酸石灰の如き肥料とを配合せし肥料の水溶性磷酸に於てもその定量に際しては前述の理由により差異を來すべきは推察さるる所なり。依て著者等は先づロイナホス、ニトロホスカ及び最近大日本人造肥料株式會社にて輸出用として製造せる Ammoniated Phosphate 又は Warner Phosphate 等の名稱の硫酸アンモニアと磷酸一、二アンモンの混合鹽よりなる肥料の三種試料に就きその水溶性磷酸の分析比較を行ひ、次にロイナホスと過磷酸石灰を混合せしものの水溶性磷酸につき考究を行ひたり。

I) 磷酸二アンモンを含む濃厚肥料の水溶性磷酸分析成績

ロイナホス、ニトロホスカ及び Ammoniated Phosphate, Warner Phosphate 等に就き供試液調製法及び供試品量を異にして水溶性磷酸の分析を行ひし成

續は次の如し。

第十五表 磷酸二アンモンを含む濃厚肥料の水溶性磷酸定量成績

Table XV. Determination of Water-Soluble P_2O_5 of Fertilizer containing Diammonium Phosphate.

(I) ロイナホス (Leuna-phos)

試料 Sample	振盪浸出法 Method A %			担振浸出法 Method C 5 g	洗滌浸出法 Method B %		備考	
	1.25 g	2.5 g	5.0 g		2.5 g	5.0 g	CaO %	$Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ %
A	20.13	20.09	20.07	19.86	19.90 (1.63)	19.95 (1.62)	痕跡	0.43
B	20.16	20.13	19.94	19.72	20.07 (1.36)	19.72 (1.41)	0.52	0.78
C { 8°C	—	—	19.06					
27°C	—	—	19.11					
D { 10-23°C	—	19.21	19.03					
30°C	—	19.18	18.98					

〔備考〕 洗滌浸出法は液量約 400 cc 迄洗滌せるもの（磷酸の反應幾分あり）、又弧内は水に溶解せずして枸橼酸アンモニア液に溶解する磷酸量を示す。水溶液の pH は何れも 7.0-7.1。

Notes: The results by Method B are washed till the washing water are 400cc. (still the phosphoric reaction exists). () are the results of citrate-soluble phosphoric acid. The pH values of water solutions are 7.0-7.1.

(II) ニトロホスカ (Nitrophoska)

試料 Sample	振盪浸出法 Method A %				担和振盪浸出法 Method C % 5 g	備考	
	1.25 g	2.5 g	5 g	10 g		CaO %	$Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ %
A	—	14.33	13.74	—	13.61	0.70	1.00
B	14.61	14.10	13.94	—	13.82	0.69	0.91
C	—	14.23	13.92	13.79	13.83	0.67	0.95
D	—	12.91	12.58	—	12.55	0.72	0.88

〔備考〕 水溶液の pH は何れも 6.9-7.1 なり。

Note: The pH values of water solutions are 6.9-7.1

(III) 大日肥製品の磷酸肥料

試料 Sample	振盪浸出法 Method A %		洗滌浸出法 Method B %		備考		
	2.5 g	5 g	2.5 g	5 g	CaO %	$Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ %	pH
Ammoniated-Phosphate (A)	17.99	17.85	18.30 (1.77)	18.14 (1.66)	2.31	1.08	6.5
(B)	17.42	17.21	18.45 (1.22)	17.96 (1.25)	1.60	0.72	6.4
Warner-phosphate No. I	19.75	19.44	20.32 (1.58)	19.89 (1.59)	2.32	0.72	6.4
No. II	21.47	21.27	22.24 (2.59)	22.11 (2.62)	2.76	0.76	6.7

〔備考〕 pH は振盪浸出法 2.5g 處理液につきてのもの、又弧内は水に溶解せずして枸橼酸アンモニア液に溶解する磷酸量を示す。

上記成績は各肥料共に供試液調製法並びにその供試品量によりて水溶性磷酸量に差異あるを示せり。この原因に就きては此等肥料は從來の一般化學肥料に比しその水溶液の pH 價高きにより「みくに」化成肥料につき觀察せしと同様の理由に依るものと考へらる。但し上表に於けるが如く各成績の差異何れも「みくに」化成肥料に見るが如く著しからざるは石灰又は鐵、アルミナの如き磷酸を不溶性ならしむる鹽基を含む事少なきに依るなるべし。

II) ロイナホスと過磷酸石灰を配合せし

肥料の水溶性磷酸定量に就て

ロイナホス(水溶性磷酸 18.90%)と過磷酸石灰(水溶性磷酸 19.78%)を下記の割合によく混合し、捏和振盪浸出法によりて水溶性磷酸の定量を試みたり。

肥 料 混 合 割 合				捏和振盪浸出法による水溶性磷酸%	計算上よりの水溶性磷酸%	兩者の差 %	水溶液の Methyl orange に對する反應
ロイナホス	1g +	過磷酸石灰	4g	19.47	19.60	0.13	酸性
〃	2.5g +	〃	2.5g	17.25	19.34	2.09	中性
〃	4g +	〃	1g	17.76	19.08	1.32	〃

この實驗成績によればロイナホス、過磷酸石灰を等量混じたる場合の如きは計算上よりする水溶性磷酸より 2 % も低き結果を示せり。

次にロイナホス(前掲 D)と過磷酸石灰(水溶性磷酸 19.78%)を各等量ずつ配合せるもの 2.5 瓦と 5 瓦秤取し之れにつき溫度を異にして振盪浸出法によりて水溶性磷酸を定量したり。その結果は次の如し。

肥 料 混 合 割 合				水 溶 性 磷 酸 %		計算上よりの水溶性磷酸%	水溶液の pH
				15°C	30°C		
ロイナホス	2.5g +	過磷酸石灰	2.5g	17.42	16.94	19.38	6.0
〃	1.25g +	〃	1.25g	17.56	17.35	19.38	6.1

之によれば過磷酸石灰とロイナホスを混合せし場合、その水溶性磷酸量は供試品量並びに供試液調製の際の溫度の異なるにより分析結果に差異あるを知るべし。

總 括

1) 「みくに」化成肥料12點につきその水溶性磷酸量を振盪浸出法、洗滌浸出法、掙和振盪浸出法の三方法により又溫度、供試品量を變じて定量したる分析成績の比較を試みたり。

之によれば各分析法によりその分析成績に差異を認め、同一方法に於ても供試品量少き程その分析成績高く又供試液調製の際の溫度低き程その分析成績高し。

2) 供試「みくに」化成肥料の水溶性磷酸が上記の如く分析の際の溫度、供試品量によりて差異を生ずる原因を明かにせんがために(イ)低温にて處理せし供試液を高温に保つ時に磷酸石灰の沈澱の生ずる事實とその沈澱の形態につき調査し(ロ)供試品量を異にして處理したる各溶液につき磷酸の外石灰、硫酸を定量して之等成分間の關係等を考究したり。

之等の實驗結果より供試「みくに」化成肥料の水溶性磷酸量が供試液調製の際の溫度、供試品量により差異ある理由は水溶成分間の化學變化によるものにして水に溶解すべき形態の磷酸が石灰と結合し一部不溶性の形態となるに基因するものなるを知りたり。

3) 此の如く供試液調製に際し磷酸の一部が石灰と結合し不溶性の形態を生ずる事あるは、供試「みくに」化成肥料の水溶液の pH 何れも 5.8-6.4 にして此水溶液の pH 6.0 内外なるに原因するを次の實驗により明かにせり。

即ち「みくに」化成肥料にしてその水溶液の反應 pH 5.6 を示す試料につきその水溶性磷酸を供試液調製の際の溫度、供試品量を異にして分析せしに前記供試「みくに」化成肥料に於けるが如き分析結果に著しき差異を認めざりしも、之にアンモニア瓦斯を少量通じその水溶液の反應 pH 6.2 と 6.3 を呈せしものに於ては前述の如き差異を明かに認めたり。

4) 磷酸二アンモン及び磷酸一石灰の混合液につきその濃度及び溫度を種々に變じて沈澱生成と濃度及び溫度との關係につき實驗を行ひたり。この結果によれば磷酸、石灰及びアンモニアを含む pH 6.0 内外の水溶液にて生成する磷酸石灰の沈澱はその平衡狀態に達する迄に長時間を要し、その

沈澱生成は時間の経過と共に増加す。而してその沈澱量、沈澱形態ともに濃度及び温度によりて影響せらる。濃度高き場合に於ては温度の如何に拘らず直ちに沈澱を生ずるも、濃度低き場合に於ては温度低き時直ちに沈澱を見る事なし。沈澱形態は温度低き時は結晶性の磷酸二石灰のみなるも温度の高きに従ひ絮狀の磷酸三石灰の沈澱を混じ来るものなり。

5) 以上の實驗並びに考察よりして供試「みくに」化成肥料の水溶性磷酸量が供試液調製の際の條件により分析結果に差異を生ずるは水溶液の反應pH 6.0内外を示すことと水溶液に石灰を含有することにより水溶性磷酸が石灰と結合して水に不溶性の磷酸石灰に變化することに起因するを知りたり。

6) アンモニアの含量を異にしたる過磷酸アンモン六點を調製し之につき温度及び供試品量を變じてその水溶性磷酸を定量し、分析結果の比較を行ひたり。この結果によれば過磷酸アンモンに於てもその水溶液の反應pH 6.0内外を示すものに於ては供試「みくに」化成肥料と同様の傾向を認めたり。

7) ロイナホス、ニトロホスカ等の如く磷酸二アンモンを主成分とする濃厚肥料三種に就き「みくに」化成肥料につき行ひたると同様の水溶性磷酸の分析比較を試みたり。之によれば之等肥料に於ては磷酸と結合して不溶性となるべき石灰、鐵、アルミナを含む事少なきを以て分析結果の差異は「みくに」化成肥料に於けるが如く著しからざるも同様の傾向あるを認たり。

8) ロイナホスと過磷酸石灰とを配合せし肥料の水溶性磷酸を定量したるに「みくに」化成肥料に於けるが如く供試品量及び供試液調製の際の温度によりその分析結果は著しく影響せらるるを知りたり。

終りに臨み懇篤なる指導と助言を賜りし鹽入、林兩技師に謝意を表す。

引用文獻 LITERATURE CITED

1. BRITTON, H.T.S. Electrometric Study of the Precipitation of Phosphates. Jour. Chem. Soc., 614-630, 1927.
2. HOLT, L. E., LA MER, V. K. and CHOWN, H. B. Studies in Calcification. I. The Solubility Product of Secondary and Tertiary Calcium Phosphate under Various Conditions Jour. Bio. Chem., 64: 509-585. 1925.
3. KITSUDA, K. and SALTER, M. Availability of Phosphoric acid in Ammoniated Superphosphates Proposed Method for Estimation. Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., 3: 331-333, 1931.
4. WENDT, G. L. and CLARKE, A. H. An Electrometric Study of the Neutralization of Phosphoric Acid by Calcium Hydroxide. Jour. Am. Chem. Soc., 45: 881-887, 1923.

CONTRIBUTION TO METHODS FOR THE DETERMINATION OF WATER-SOLUBLE PHOSPHORIC ACID IN THE NEUTRAL PHOSPHATIC FERTILIZER CONTAINING CALCIUM.

Ryūiti SIMIDU and Eizi KAMATANI

The following three methods are commonly recommended to determine the water-soluble phosphoric acid in the artificial fertilizer.

(A) Place 2.5–5 grams of sample into a half-liter flask, add about 400 cc. water, and shake in a rotating machine revolving 30–40 times per minute for half an hour at room temperature. Then fill to the mark, shake, and filter a dry filter-paper. Determine the phosphoric acid in 25–50 cc. of the filtrate by the molybdate-magnesium method.

(B) Place 2.5–5 grams of sample in a mortar, add a little water, grind thoroughly, and transfer the turbid solution to a filter. Repeat this treatment three-times, finally transfer the residue to the filter and wash with water until the filtrate is free from phosphoric acid. To the filtrate add a little nitric acid and fill to the mark. Determine the phosphoric acid in 25–50 cc. of this solution by the molybdate-magnesium method.

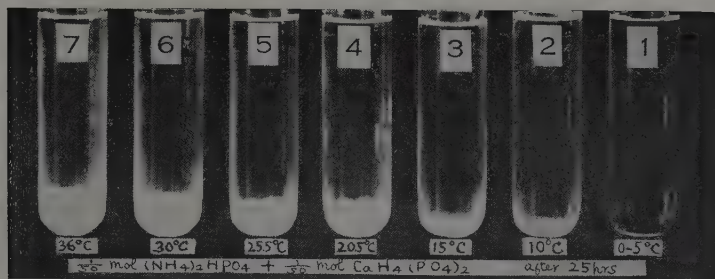
(C) Grind sample with a little water, and treat in the manner described in (A).

In the analyses of superphosphate and many other chemical fertilizers, these three methods showed no remarkable differences one from another. But when we turned to a special fertilizer called Mikuni produced by mixing mineral phosphate with ammonium sulfate, potassium chloride or sulfate, a little quantity of calcium cyanamide, and then treating with phosphoric acid and ammonia, we found some notable differences among these methods in analytical results (Table I). The analytical results, moreover, fluctuated considerably according not only to the temperature differences in preparing sample solution but also to the amount of sample, that is, lower temperature and less sample produced always higher results (Table II, III). After various experiments we confirmed that the differences were chiefly due to the precipitation of soluble phosphoric acid, which mainly combined with calcium originally presenting in the fertilizer in soluble form and became insoluble calcium phosphate, as the pH value of the aqueous solution of this compound fertilizer was approximately 6.0 (Table IX).

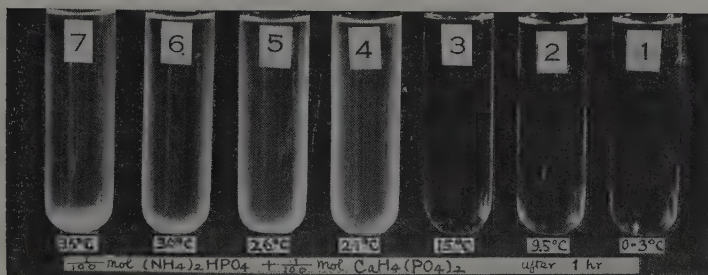
To see clearly the influences of temperature and quantity of sample upon the analytical results, we took aqueous solutions of diammonium phosphate and mixed them with mono-calcium phosphate solutions under various conditions, controlling respectively concentrations of the salt solutions and temperatures of treatments (0°–35°C). The results showed that when the salt solutions were considerably concentrated, precipitates, chiefly composed of tri-calcium phosphate, appeared immediately independent of temperature. On the contrary, when the solutions were moderately diluted, precipitation began very slowly and its velocity was accelerated with increasing temperature. In the latter case, moreover, the precipitates differed widely in their appearances and chemical compositions partially including crystalline di-calcium phosphate (Table XII and Plate XXVI).

We also applied the method A, varying temperatures and amounts of sample, to the estimation of the water-soluble phosphoric acid of the ammoniated superphosphate, the aqueous solution of which showing about pH value 6, and the mixture of Leunaphos and superphosphate. In each case the results showed entirely analogous to the case of Mikuni compound fertilizer.

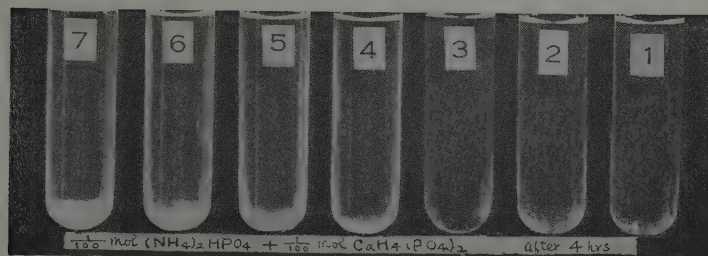
A



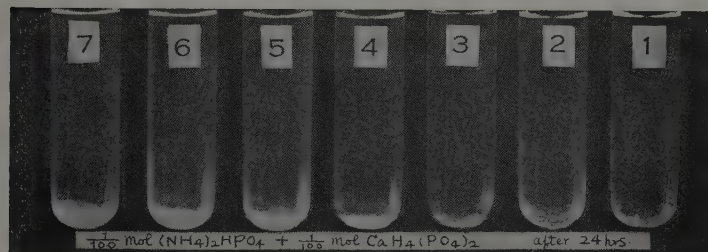
B-1



B-2



B-3



麥類雪腐病菌の生理的性質に就て

技師 田 杉 平 司

目 次

緒言	443
供試菌	443
菌核の生成型	444
各種培養基上に於ける菌の發育	444
菌の發育と溫度との關係	447
水素「イオン」濃度と菌の發育との關係	450
子實體の生成と光線との關係	452
本菌の生活史に關する考察補遺	454
摘要	455
圖版説明	456
英文摘要	457

緒 言

麥類雪腐病菌 *Typhula graminum*, KARST. に就ては既に本彙報第一卷第一號及び第三號にその形態、生活史並に寄生性に關する報告をなせり。その後本菌の生理的性質に關する實驗を行ひて二、三の成績を得、自然狀態に於ける本菌菌核の生成狀況を明かにし且つ本菌の生活史に就て補足すべき點あるを認めたり。依て茲に本菌の生理的性質に關する實驗並に之に關聯せる考察に就て記述せんとす。

供 試 菌

雪腐病の發生する長野、秋田、岩手の各縣に於て採集せる標本及び東北各縣並に北海道農事試驗場より送附せられたる被害標本より病原菌の分離を行ひ14系の菌を得たり。依て本來之等14系の菌を何れの試験にも供試する事最も適當なりしも種々の事情により試験全般に亘りて供試する能はずして或場合には僅かに一系の菌を供試せるに過ぎざりき。之等14系の菌の產地、分離の期日は第一表に示す如し。

第一表 供試菌

Table I. Strains of *Typhula graminum* used in this experiment.

菌系 Cult.Str.	寄主 Host	採集地 Place Collected	採集月日 Date Col.	分離月日 Date Isol.
O ₁	大麥, 關取八號 (Barley)	岩手縣農事試驗場 (Iwate Pref.)	25/III, 1926	2/IV, 1926
O ₂	大麥, 陸羽一號 (Barley)	農事試驗場奥羽試驗地 (Akita P.)	30/III, 1926	2/IV, 1926
O ₃	大麥, 早生三月 (Barley)	山形縣農事試驗場 (Yamagata P.)	9/IV, 1928	28/IV, 1928
O ₄	大麥, (品種不明) (Barley)	青森縣農事試驗場 (Aomori P.)	?/IV, 1928	28/IV, 1928
O ₆	大麥, (品種不明) (Barley)	福島縣農事試驗場 (Hukusima P.)	?/IV, 1928	1/V, 1928
H ₁	裸麥, 東山紫 (Naked Barley)	岩手縣農事試驗場 (Iwate P.)	25/III, 1926	2/IV, 1926
H ₂	裸麥, 丹波白裸 (Naked Barley)	山形縣農事試驗場 (Yamagata P.)	9/IV, 1928	28/IV, 1928
K ₁	小麥, 資選 (Wheat)	岩手縣農事試驗場 (Iwate P.)	25/III, 1926	2/IV, 1926
K ₂	小麥, (品種不明) (Wheat)	青森縣農事試驗場 (Aomori P.)	?/IV, 1928	28/IV, 1928
K ₃	小麥, (品種不明) (Wheat)	北海道農事試驗場 (Hokkaido P.)	7/IV, 1928	19/V, 1928
OZ	「オヒシバ」(a)	岩手縣農事試驗場 (Iwate P.)	25/III, 1926	2/IV, 1926
SZ	「スズメノテツバウ」(b)	岩手縣農事試驗場 (Iwate P.)	25/III, 1926	2/IV, 1926
ZS	禾本科雜草 (c)	長野縣上水内郡 (Nagano P.)	15/III, 1928	5/IV, 1928
TS	「チモシー」(Timothy)	北海道農事試驗場 (Hokkaido P.)	17/IV, 1928	22/IV, 1928

Notes : (a)...*Eleusine indica* GAERTN. (b)...*Alopecurus fulvus*, L. (c)...Graminaceous weed.

菌核の生成型

本菌を人工培養基上に純粹培養する時は環境の異なるに従ひて菌核の生成型を異にせり。依て以下各種實驗の記述を簡單ならしむるため之等生成型を第一圖に示す如く區別せり。勿論第一圖に示す所のみにては不完全なるを以て場合に依りては各系を組合せて表示せり。即ち例へば II 型に III 型を混じたる場合は II + III とせるが如し。又二重輪或は三重輪等に菌核を生ずるものは II (2), II (3) 等にて示せり。

各種培養基上に於ける菌の發育

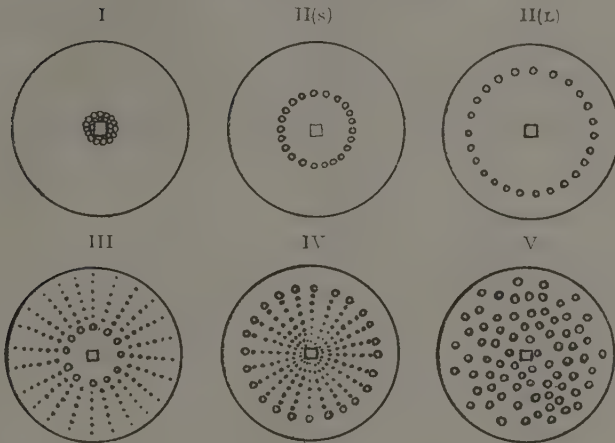
供試培養基は 9 種類にして次の如し。

A - 大麥(笑出種)莖葉煮汁寒天培養基(生植物 100gr. 蒸溜水 100c.c. にて煮汁を作り、之煮汁に更に蒸溜水を加へて 100c.c. となし、これに寒天 1.2gr. を加ふ)。B - 小麥(宮城坊主 33 號種)莖葉煮汁寒天培養基(製法 I に同じ)。C - 裸麥(「コビンカタギ」種)莖葉煮汁寒天培養基(製法 I に同じ)。D - 「チモシー」莖葉煮汁寒天培養基(製法 I に同じ)。E - 「オーチャードグラス」莖葉煮汁寒天培養基(製法 I に同じ)。F - 馬鈴薯寒天培養基。G - 乾杏寒天培養基。H - 三好氏醬油寒天培養基。I - 齊藤氏醬油寒天培養基。

以上記述せる各種培養基を「ペトリ」皿に各 10c.c. 宛注加せる後菌を移植して

第一圖 菌核の生成型

Fig. I. Types of arrangement of sclerotia.



備考 (Notes): ○...正常の菌核 Normal sclerotia, ●...不完全菌核 Imperfect sclerotia

冷蔵庫(8~10°C)内に静置し、移植後 1, 2, 3 週間毎日に菌叢の直經を測定せり。又菌核の形成調査には更に日時を要するを以て大約一月内外を経過せる時之が測定をなせり。尙本實驗に於ては前に述べたる 14 系の菌中 O₁、K₂、H₁、OZ、SZ、ZS、TS の七系を供用せり。

本實驗の成績は第二表に示せるが、同表並に觀察を總括して菌の發育に就て述べれば次の如し。

1) 菌叢の擴大 第二表に示せる如く供試菌は何れも A、B、C、D、E、F の 6 種の培養基上に於て最も菌叢の擴大良好にして之等培養基上に於ては顯著なる差異を認めざりき。G 及び I に於ては發育稍不良にして擴大度も著るしく劣れり。H に於ては試驗期間中途に何等發育の徴を認むる能はざりき。

2) 菌核の生成 菌核は一般に H を除きたる他の 8 種の培養基上に於ては良く生成せられたり。而して O₁ 菌に於ては菌核生成型は II(s) 型を主として生じたり。即ち D、E は II(s) 型、A、B、G は II(2) 型、I に於ては II(3) 型を示せり。又 K₂ 菌は大體 II(L) 型を主體とし、C、D、E にては II(L) 型、A 及び G は II(s) 型と II(L) 型の中間型、B、F、I は IV 型を現はせり。II₁ 菌に在ては K₂ 菌同様主要型は II(L) 型にして、A は II(L) 型、E は II(s) 型、F は I + II(L) 型、B は II(2) 型、C、D、G は IV 型、I は II(7) にして V 型に近き生成狀況を呈せり。OZ 菌の

主要型はII(s)型にして、B、C、D、E、F、Gは何れもII(s)型、AはII(2)型、IはII(4)型なりき。SZ菌に於てはII(s)及びII(L)型の中間型を主要型となし、C、GはII(s)及びII(L)型の中間型、AはII(L)型、D、E、FはII(2)型、BはIV型又IはII(6)型を呈せり。ZS菌に於てはII(L)型を主體とし、B、D、GはII(L)型、A、C、E、F及びIに於てはII(2)型なりき。又TSに在てもII(L)型を主要型とし、C、D、E、F、GはII(L)型、A、B、IはII(2)型をなせり。

第二表 培養基の種類と菌の發育との關係

Table II. Growth of the fungus on culture media.

菌系 Cult. Str.	測定月日 Date Invest.	各種培養基上に於ける發育 Growth on media (Diam...mm.)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
O ₁	1 週間目	16.0	12.0	/	12.0	16.0	/	8.5	—	+
	2 (Week)	48.0	42.0	/	41.0	48.0	/	27.0	—	15.0
	菌核生成型 *	II ₍₂₎	II ₍₂₎	/	II _(s)	II _(s)	/	II ₍₂₎	—	II _(s)
K ₂	1 週間目	17.0	19.0	19.5	17.0	17.0	17.0	6.5	—	9.5
	2 (Week)	56.0	57.0	57.0	52.0	54.0	51.0	29.0	—	29.5
	菌核生成型 *	II _(L)	IV	II _(L)	II _(L)	II _(L)	IV	II _(L)	—	IV
H ₁	1 週間目	17.0	17.5	18.5	16.0	19.0	13.5	9.0	—	6.0
	2 (Week)	50.0	52.0	52.5	46.0	47.0	47.0	27.0	—	19.0
	菌核生成型 *	II _(L)	II ₍₂₎	IV	IV	II _(s)	I+II _(L)	IV	—	II ₍₂₎ ≡VI
OZ	1 週間目	17.0	17.0	17.0	16.5	17.5	16.5	6.5	—	5.5
	2 (Week)	51.0	51.0	51.0	46.0	51.0	49.0	26.0	—	23.0
	菌核生成型 *	II ₍₂₎	II _(s)	II _(s)	II _(s)	II _(s)	II _(s)	II _(s)	—	II ₍₄₎
SZ	1 週間目	15.5	17.5	17.0	16.5	17.0	18.0	9.0	—	9.5
	2 (Week)	54.0	57.0	52.0	50.0	54.0	50.0	28.0	—	29.0
	菌核生成型 *	II _(L)	IV	II	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II	—	II ₍₆₎ ≡V
ZS	1 週間目	16.0	17.0	16.0	16.5	16.0	15.5	11.0	—	9.5
	2 (Week)	54.0	57.0	56.0	54.0	54.0	49.0	32.0	—	30.0
	菌核生成型 *	II ₍₂₎	II _(L)	II ₍₂₎	II _(L)	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II _(L)	—	II ₍₂₎
TS	1 週間目	15.5	18.5	18.0	18.0	19.0	15.0	6.0	—	7.0
	2 (Week)	50.0	56.0	54.0	54.0	57.0	52.0	24.0	—	29.0
	菌核生成型 *	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II _(L)	II _(L)	II _(L)	II _(L)	II _(L)	—	II ₍₂₎

Note : * ...Type of the arrangement of sclerotia on culture media.

A...Barley(leaf & stem) decoction agar. B...Wheat (leaf & stem) decoction agar.

C...Naked barley (leaf & stem) decoction agar. D...Timothy (leaf & stem)

decoction agar. E...Orchard grass (leaf & stem) decoction agar.

F...Potato agar. G...Apricot agar. H...Miyoshi's soy onion agar.

I...SAITO's soy onion agar.

以上記述せる實驗成績を總合して菌の發育を見るに供試り種の培養基中禾本科植物煮汁培養基(A~E)に於ては何れも發育良好なりき。馬鈴薯寒天培養基上に於ても發育良好にして禾本科植物煮汁培養基と殆ど同様の成績を示せり。乾杏寒天培養基及び齊藤氏醬油寒天培養基に於ては發育著るし

く劣れるが、之等の培養基は酸性強く菌の發育を不良ならしめたるものなるべし。又三好氏醬油寒天培養基に於て全く發育することなかりしは本培養基の酸性強きに過ぎたる結果なるべし。

尙供試各菌は夫々菌核の生成型を異にし且同一菌系も培養基を異にするに従ひて多少その生成型に差異を生ぜるは本菌の生理的分化現象と關聯して注意すべき事項なりとす。

菌の發育と溫度との關係

先づ 10 c.c. 宛の馬鈴薯寒天培養基を「ペトリ皿」に注加し、之に豫め馬鈴薯寒天培養基上に發育せしめたる菌叢の小片(約2~3mm. 平方)を移植せり。然る後この「ペトリ皿」を各恒溫室内に靜置し菌叢を發育せしめたり。而して溫度の調節は適溫器、冷藏室及び低溫定溫器に依りて -10°C ~ 28°C 間に 12 の溫度區を作れり。調査は菌の發育度並に菌核の生成狀態に關して行ひ、菌叢の擴大度は菌の移植後 1、2、3 週間日毎に菌叢の直徑を測定し、氣中菌絲の有無、菌叢の着色度及び菌核の生成に就ては實驗中終始觀察を行ひたり。

なほ本實驗に供用せる菌系は前に述べたる 14 系中 O_1 、 K_1 、 H_1 、 OZ 、 SZ 及び TS の 6 系なり。

本實驗の成績は第三表に示す所の如し。

1) 菌叢の擴大 第二表に就て見るに供試菌は何れも -5 乃至 $22\sim 23.5^{\circ}\text{C}$ 區の間に於て發育し、 -10°C 及び $25.5\sim 27^{\circ}\text{C}$ 區以上に在ては實驗期間中途に何等發育の徴を現はさざりき。而して O_1 、 K_1 、 OZ 、 SZ は $11\sim 12^{\circ}\text{C}$ 區に於て菌叢最も速かに擴大し、 $13.5\sim 15^{\circ}\text{C}$ 及び $8\sim 8.5^{\circ}\text{C}$ 區は之に次ぎ擴大度大なりき。又 H_1 に在ては $8\sim 8.5^{\circ}\text{C}$ 區、 TS は $13.5\sim 15^{\circ}\text{C}$ 區に於て菌叢最も速かに擴大せり。

2) 氣中菌絲並に菌叢の着色 本菌は培養基上に在ては概して氣中菌絲の生成少なきも低溫に於ては多少之を認めたり。即ち $13.5\sim 15^{\circ}\text{C}$ 區に於ては極めて微量の氣中菌絲を見、且つ之より高溫區に於ては殆どその生成を認めざりしが、 $11\sim 12^{\circ}\text{C}$ 區以下の低溫區に於ては低溫となるに従ひて漸次生成量を増加すると同時に天鵝絨狀に直立する傾向を示せり。又培養基並に菌叢の着色を見るに、一般に溫度上昇するに従ひて速か且つ濃色に着

第三表 温度と菌の發育との關係

Table III. Relation of temperature to fungous growth.

菌系 Cult. Str.	測 定 期 Date of Invest.	各温度區に於ける生育 Growth at each Temp. (Diam...m.m.)											
		-10 °C	-5 °C	-1~ +1°C	4~ 4.5°C	8~ 8.5°C	11.0~ 12.0°C	13.5~ 15.0°C	17.0~ 18.5°C	19.5~ 21.0°C	22.0~ 24.5°C	25.5~ 27.0°C	28.0~ 30.0°C
O ₁	1 週間目	—	+	6.1	9.0	12.6	18.4	19.0	18.0	13.3	+	—	—
	2 (Week)	—	8.0	16.6	32.5	40.6	47.0	48.4	42.5	27.3	5.5	—	—
	3	—	14.0	32.3	56.0	64.0	66.0	65.0	62.5	36.3	6.5	—	—
H ₁	1 週間目	—	+	5.3	7.3	13.3	15.6	12.9	9.9	8.3	+	—	—
	2 (Week)	—	7.0	18.8	36.6	43.6	28.5	30.1	19.3	13.6	+	—	—
	3	—	12.0	33.5	59.5	64.0	53.1	43.0	26.3	18.8	4.5	—	—
K ₁	1 週間目	—	+	4.9	9.5	16.6	18.5	17.5	14.9	8.3	+	—	—
	2 (Week)	—	7.0	8.9	32.3	42.1	43.8	41.0	35.1	22.3	+	—	—
	3	—	14.0	28.3	53.8	62.3	64.8	57.5	55.3	31.5	4.5	—	—
OZ	1 週間目	—	+	4.5	9.0	10.0	15.0	13.0	11.0	4.0	+	—	—
	2 (Week)	—	8.5	9.0	21.0	22.5	28.5	27.0	21.5	10.3	+	—	—
	3	—	17.0	26.4	40.0	46.5	52.6	52.3	45.6	20.4	+	—	—
SZ	1 週間目	—	+	+	8.0	10.5	17.5	17.0	15.5	+	+	—	—
	2 (Week)	—	7.0	9.0	20.0	34.0	46.5	42.5	35.5	22.0	+	—	—
	3	—	9.0	21.0	42.5	60.9	65.5	65.4	55.6	29.0	6.0	—	—
TS	1 週間目	—	+	+	+	12.0	14.0	16.0	14.0	+	+	—	—
	2 (Week)	—	6.0	9.5	19.0	29.5	40.5	45.5	41.0	12.0	+	—	—
	3	—	12.0	20.9	48.0	54.5	59.0	66.3	59.5	25.3	+	—	—

色せり。即ち11~12°C區附近に於ては培養開始後4週間目頃に至り漸く淡赤褐色に着色するを認め、更に低温に於ては試験終了迄殆ど着色することなかりしが13.5~15°C區以上に在ては高温區に至るに従ひて速かに着色し且つ赤褐色度を増加せり。

3) 菌核の生成 先づO₁菌に就て菌核の生成状態を見るに、本系に於ては培養開始後五日目に既に13.5~15°C、17~18°C及び19.5~21°C區に僅か乍ら菌核の形成せられ始めたを認め、六日目には更に11~12°C區にも之を認めたり。其後十日目頃に至りて8~8.5°C區、二週間目頃には4~4.5°C區にも幼若なる菌核を認め得たり。-1~+1°C區に於ては大約三週間を経る頃に至り始めて菌核の生成が開始せらるるを見たり。又-5°C區に於ては全く菌核を生ずることなく、22°C以上に在ては菌叢の中心に茶褐色部を生ずるのみにして正常の菌核を生ぜざりき。而して菌核は菌の移植部を中心に輪狀に散生するも輪の直径は8~8.5°C、11~12°C區に於て最も大にして、之より温度上昇又は下降するに従ひて直径小となる傾向を有し、17~18.5°C區に至れば菌核は中心に塊狀に集生するに過ぎざりき。又菌核の生

成型を見るに $-1 \sim +1^{\circ}\text{C}$ 區にては II(s) 型、 $4 \sim 4.5^{\circ}\text{C}$ 區は II(L) 型、 $8 \sim 8.5^{\circ}\text{C}$ 區は II(L) 型の更に直徑大なる形をなし、 $11 \sim 12^{\circ}\text{C}$ 區にては $8 \sim 8.5^{\circ}\text{C}$ 區の型に更に中心に II(s) 型を生じ、 $13.5 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 區は II(2) 型、 $17 \sim 18.5^{\circ}\text{C}$ 區は I 型を現はせり。

次に菌核成熟の遲速を見るに、一般に菌核の生成速かなる高温區のものは成熟も亦速かにして低温區に於ては漸次遅延し $-1 \sim +1^{\circ}\text{C}$ 區に在ては一月以上を經過するも菌核は尙白色にして成熟するに至らざりき。尙一般に菌核は低温に於て小形をなし温度上昇するに従ひて大形となれり。

O₁ 菌以外の各系の菌も菌核の生成状態、成熟状況は大略前述せる O₁ 菌の場合と同様なりしも、K₁ に於ては $11 \sim 12^{\circ}\text{C}$ 區、 $13.5 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 區、H₁ に在ては $13.5 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 區に於ても多少 I 型に近き菌核生成状況を示せり。又 OZ、SZ、TS に於ては $19.5 \sim 21^{\circ}\text{C}$ 區にも僅少乍ら中心に塊狀に菌核を生ぜり。

4) 考察 以上記述せる所を總合して菌の發育を考察するに、大體菌叢の擴大速かなる温度區に於ては亦菌核の生成も良好なるを以て菌の發育は之等の温度區に於て最も好適なるべし。從て之見地よりすれば本菌は概ね $8 \sim 15^{\circ}\text{C}$ の間に在て最も發育良好なるものの如く、之を各系に就て見るに H₁ は $8 \sim 8.5^{\circ}\text{C}$ 、O₁、K₁、OZ、SZ は $11 \sim 12^{\circ}\text{C}$ 、TS は $13.5 \sim 15^{\circ}\text{C}$ を發育の最適温度と認むるを得べし。次に本菌の發育限界を見るに、最低温度は -5°C より稍低き温度、最高温度は $22 \sim 23.5^{\circ}\text{C}$ 附近なるが如し。又菌核生成の範圍は 0°C 内外より $19.5 \sim 21^{\circ}\text{C}$ に至る間なるが如し。

尙上述せる實驗成績と對比して圃場に於ける本菌菌核の生成状況に就て考察するに元來本菌の侵害を受けたる麥株には既に報告[1]せる如く積雪下に在て菌核を認むるを常とす。然れ共この雪下に於ける菌核は一般に數少なく且つ永く白色乃至淡黃褐色を呈するのみにして成熟すること殆どなく融雪の頃に至りて急速に數を増すと同時に褐色化して成熟す。之事實と前述の實驗結果とを合せ考ふるに、菌核が雪下に在る間成熟することなきは積雪下の温度が大約零度内外の低温なるに依るものなるべく、又融雪後急激に成熟するは融雪後温度上昇する結果なるべく、本實驗に依りて圃場に於ける菌核生成の状況を明瞭に察知するを得べし。

水素「イオン」濃度と菌の發育

馬鈴薯寒天培養基に1/10 NのHCl及びNaOHを加へてpH價3.5、4.3、5.2、5.7、6.7及び7.7を有する六種の培養基を調製し、之を10 c.c.宛「ペトリ」皿に注入せり。然る後馬鈴薯寒天培養基上に一週間培養せる菌叢の一部を取りて上記「ペトリ」皿内に移植し8～10°Cの冷蔵庫内に靜置して菌の發育狀況を調査せり。尙本實驗に於てはK₁を除く13系の菌を供試せり。

本實驗に於ける菌叢の擴大度は第四表に示す如し。

1) 菌叢の擴大 供試各系の菌叢の擴大度は第四表に示せる如く大體pH價大となるに従ひて擴大度大となる傾向を示せり。即ちO₁、O₅、K₂、K₃、H₁、H₂、OZ、SZ、TS及びSZは何れもpH 7.7に於て菌叢の擴大最も速かなりしが、O₂に於てはpH 6.7及び7.7は同様の擴大度を示し、O₃及びO₄はpH 6.7に於て最も速かに菌叢の擴大をなせり。

2) 菌叢の着色 一般に菌核の生ずる部分の培養基は何れのpH價に於ても赤褐色に着色するも菌叢の着色はpH價高き程着色濃くpH價低くなるに従ひて着色を減ぜり。即ちO₁に於ては全pH區共に桃色に着色せるがpH價低き程着色淡く、O₂、O₃、O₄、O₅、K₂、H₂、SZ、TS、ZSにてはpH 4.5及び3.5區、又K₃に在てはpH 3.5のみ着色を見ざりき。H₁に於ては全區殆ど着色せず、OZにてはpH 7.7區のみ僅かに着色せり。

3) 菌核の生成 菌核は一般にpH價低き場合には小形にして散生し且つ成熟せずして終るもの多く、pH價高くなるに従ひて菌核は大形となり同時に中心に集結する傾向を示せり。又菌核の生成量はpH 5.7最も大にしてpH 5.2之に次ぎ、以下酸度又は「アルカリ」度を増すに従ひて生成量は漸次減少せり。

菌核の生成型は大體第四表に示せる如く、大麥より分離せる系統即ちO₁、O₂、O₃、O₄、O₅はII(s)及びII(L)型を主體とし、生成良好なる場合にはII(2)型をなせり。小麥系の中K₂はII(L)型を主體とせるがK₃は中心に菌核を集生する傾向を有せり。裸麥系即ちH₁、H₂は大體II(s)を主型とするも、H₁に在てはpH價低き場合にIII型をなせり。OZはII型を主として二重圓を生ずるもpH 3.5に於ては菌核を生ずることなかりき。SZ、ZSもII(s)型を主體とし且

第四表 培養基の水素「イオン」濃度と菌の發育との關係

Table IV. Relation of pH of culture media to the fungous growth.

菌 系		各種 pH の培養基上に於ける發育 (Growth on media (Diam...m.m.))						
Cult. Str.	調査日 及 菌核型	pH 3.5	pH 4.3	pH 5.2	pH 5.7	pH 6.7	pH 7.7	
O ₁	一週間目 1 Week	14.5	16.0	18.0	20.0	22.0	23.0	
	二週間目 2 Weeks	34.0	38.0	42.0	46.0	48.0	51.0	
	菌 核 型 Type sclerot.	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II _(s)	I	
O ₂	一週間目 1 Week	16.0	22.0	27.0	27.5	28.5	28.0	
	二週間目 2 Weeks	33.0	42.0	49.0	53.0	56.0	56.0	
	菌 核 型 Type Scl.	III	II _(L)	II _(L)	II ₍₂₎	I + II	I	
O ₃	一週間目 1 Week	10.0	11.5	21.5	22.0	22.0	21.0	
	二週間目 2 Weeks	28.0	38.0	52.0	53.0	56.0	55.0	
	菌 核 型 Type Scl.	IV	II _(L)	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II _(s)	I	
O ₄	一週間目 1 Week	13.0	18.0	24.5	26.0	28.0	23.0	
	二週間目 2 Weeks	35.0	42.0	51.0	55.0	57.0	56.0	
	菌 核 型 Type Scl.	V	II _(L)	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II _(s)	I	
O ₅	一週間目 1 Week	16.0	16.0	24.0	25.0	24.5	25.0	
	二週間目 2 Weeks	38.0	43.0	53.0	54.0	54.0	56.0	
	菌 核 型 Type Scl.	II _(s) + IV	II _(L)	II _(L)	II ₍₂₎	II _(s)	I	
K ₂	一週間目 1 Week	13.0	14.0	19.0	21.0	24.0	25.0	
	二週間目 2 Weeks	34.0	37.0	51.0	52.0	56.0	61.0	
	菌 核 型 Type Scl.	IV	II _(L)	II _(L)	II _(L)	II _(s)	I	
K ₃	一週間目 1 Week	8.0	10.0	19.0	20.0	22.0	25.0	
	二週間目 2 Weeks	28.0	35.0	49.0	52.0	57.0	58.0	
	菌 核 型 Type Scl.	I + II	I + II	I + II	I + II	I	I	
H ₁	一週間目 1 Week	13.0	19.5	27.0	27.0	29.0	29.5	
	二週間目 2 Weeks	31.0	41.0	52.0	54.0	56.0	57.0	
	菌 核 型 Type Scl.	III	III	II _(s) + III	II ₍₂₎	II ₍₂₎	I + II	
H ₂	一週間目 1 Week	11.0	19.0	25.0	27.0	27.5	28.0	
	二週間目 2 Weeks	33.0	42.0	51.0	54.0	56.0	58.0	
	菌 核 型 Type Scl.	II ₍₃₎	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II ₍₂₎	I + II _(s)	I + II _(s)	
OZ	一週間目 1 Week	7.5	10.0	17.0	18.0	20.0	25.5	
	二週間目 2 Weeks	28.0	33.0	43.0	44.5	49.0	57.5	
	菌 核 型 Type Scl.	—	IV	II ₍₂₎	II ₍₂₎	I + II	I + II	
SZ	一週間目 1 Week	11.0	15.5	18.0	22.0	24.0	25.0	
	二週間目 2 Weeks	33.0	40.0	48.0	50.5	53.5	57.0	
	菌 核 型 Type Scl.	I + II + IV	II _(s)	II _(L)	II ₍₂₎	I + II	I	
ZS	一週間目 1 Week	10.0	17.5	20.0	21.0	25.0	28.0	
	二週間目 2 Weeks	32.5	43.0	54.0	56.5	59.0	64.0	
	菌 核 型 Type Scl.	I + II + V	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II ₍₂₎	I + II	I + II	
TS	一週間目 1 Week	18.0	22.0	26.0	29.0	30.0	30.5	
	二週間目 2 Weeks	39.0	48.5	55.0	60.0	62.0	67.0	
	菌 核 型 Type Scl.	II + V	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II ₍₂₎	II _(s)	I	

Note : #...Date of investigation and type of the arrangement of sclerotia.

つ兩者共 pH 3.5 に於ては三重圓狀に菌核を配列し其間に未完成菌核を發生せり。pH 7.7 の場合には SZ は菌核を中心に集生するのみなりしが ZS は I+

II型をとれり。TSも亦II型を主とし pH3.5 にては未完成菌核を混じ、pH6.7 にては一輪の菌核輪を生じ pH7.7 にては中心に集生せり。

以上述べたる所を総合するに、本菌の菌叢擴大は大略pH7内外に於て良好なるが如く、pH價低くなるに従ひて擴大度小となるを常とせり。又菌核の生成は pH5~6 に於て最も良好なるが如く且つ生成量も大なりき。而して pH7内外に至れば生成不整となる傾向を現はし且つ生成量は減少せり。之より見れば本菌の發育に最も適當なるpH價は菌叢の擴大度最も大なるpH價より稍酸性なる pH5~6 附近にあるものと考えざるを得べし。

子實體の生成と光線との關係

先づ内径 7.5 cm. の黑色硝子「ボット」に土壤を約2/3の深さに入れたるものを用意す。然る後之土壤中に馬鈴薯寒天培養基上に生ぜる O_2 系の菌核を深さ 0.5 cm. 内外の位置に播下せり。次いで之「ボット」上に下記各種の色硝子の蓋をなし、太陽の直射光線を避くる爲め昆蟲部網室内に靜置し子實體生成に及ぼす光線の影響を検せり。

光線を種々區別する爲めには着色せる硝子を用ひたり。本實驗に於ける試驗區を示せば次の如し。

- A無蓋區。
- BVita glass 區。
- C綠藍色區、3420Å 迄の短波長光線を透過す。
- D紫色區、波長 3420~4050 Å。
- E橙色區、波長 5050~5400 Å。
- F赤色區、波長 5400~6000 Å。
- G暗黒區。

尙本實驗は 14/I~5/III, 1930 に二回行ひたるものにして、毎回各區毎に 20 個の菌核を播下せり。

實驗成績 本實驗の結果を各區毎に略記すれば次の如し。

A 本區に於ては菌核は何れも正常なる子實體を生じ、既に[1]述べたる所と全く同様の形狀を呈し、何等異狀を認むる能はざりき。

B 本區の場合に於ける子實體は長棍棒狀を呈し、全長 4.0~5.5 cm.、擔

子囊層部は0.7~2.0 cm.を有し、外觀平滑、多少臘質を帶び、淡桃色を呈せり。上述の如く子實體は大體正常の形狀をなせるがA區に於けるより稍徒長し且淡色なる傾向を示し、土壤面を匍匐する菌絲を生ぜり。この徒長、淡色並に匍匐菌絲を生ぜる原因は本區は硝子蓋をなせる爲めA區に比し光線弱く且多濕なりし結果なるが如し。

C 短波長光線のみを透過し赤色光線を缺きたる本區に在ては大部分の菌核は單に土壤表面を迷走せる白色絹毛狀菌絲を生ずるに過ぎず。唯稀に長さ1.5 cm.内外の極めて簡單なる絲狀菌絲束を生ぜり。

D 多くの菌核はC區同様單に土壤面を走行せる白色菌絲を生ずるに過ぎざりしがC區に於けるより稍多數の菌絲束を生ぜり。而してこの菌絲束はC區の場合より稍太く、長さ2 cm.内外を有し、下部白色なるも上部は極めて薄く桃色を呈し、幹の四圍に細毛を密生し、數回の分岐をなせり。

E 本區に在ては菌核の多數は樹狀體を生じたるが少數のものは土壤面に匍匐する菌絲を生ずるに過ぎざりき。而して樹狀體はD區のものより更に分化し、長さ2.5 cm.内外にして絹絲狀を呈して叢生し、頂端は樹枝狀に分岐し、尖端は淡桃色に着色せり。

F 菌核の大部分より樹狀體を生じたるも尙ほ一部の菌絲は土壤面を匍匐するものありてG區に稍類似せり。樹狀體は長さ2~2.5 cm.内外を有し、絹絲狀を呈して叢生し、外觀平滑にして尖端は淡桃色を呈し、頂端の分岐はE區より少なかりき。

G 全く光線を遮斷せる本區に在ては菌核より正常なる子實體を生ずることなく、主として土壤面を匍匐する白色絹毛狀菌絲を生ぜり。又大部分の菌核より菌絲束即ち前報告[1]に於て述べたる所謂樹狀體を生ぜり。この樹狀體は平滑にして上部は稍々桃色を呈し、長さ2.0~6.0 cm.を有し、尖端細裂せり。なほこの樹狀體は担子囊層部を全く缺き担子胞子を生ずることなかりき。

上述せる所を總合して考察するに、本菌の菌核は正常の光線並に全光線を透過する硝子を用いたる場合には常に正型の子實體を生じたり。而して短波長光線を照射せる場合には殆ど總て匍匐菌絲のみを生じ、僅かに數個の丈低き絲狀體を生ぜるに過ぎず。然るに照射光線の波長長くなるに従ひ

て絲狀體を生ずるごとく多く、長大となり且分化の度を進め樹狀を呈するに至り稍正常の子實體に類似せる形態を有するものを生ぜり。然れ共之等の區にありては何れも擔子胞子の生成を見る能はざりき。即ち短波長光線は子實體の生成を妨ぐる事大にして波長大となるに従ひて其度を減する傾向あるも之等一部の光線のみにては完全なる子實體を生成する能はざるものの如し。又全く光線を遮斷せる場合に於ては赤色光線照射區と殆ど同様の形狀をなせる樹狀體を生ぜり。

上述の如き關係に關しBULLER[2]は多數菌類に就て研究せるがその内*Lecaninus lepidus* 及び *Polyporus squamosus* は光線の全く存在せざる時は完全なる子實體を生ずることなく慘狀或は樹枝狀の不完全なる子實體を生じ胞子の生成を見ざりき。但し後者は子實體形成の當初光線に接せるものは其後暗所に置くも影響なく、完全なる子實體の形成さるる事を報ぜり。

前掲の成績より見れば、本菌の菌核は部分的光線を受けたる場合又は暗所に在ては完全なる子實體を生ずることなく、不完全なる子實體或は菌絲を以て發芽するものと認むるを得べし。而して之を積雪下に於ける場合に就て考ふるに、積雪下に於ては光線は大部分雪に依りて妨害せられ地表に到達するものは極めて少量なるべく且つ積雪を透過せる光線は比較的長波長のものに限らるべし。之に依て見れば積雪下に於て本菌菌核の發芽する場合は直接菌絲を生ずるものと認めて誤なかるべし。

本菌の生活史に關する考察補遺

著者は曩に [1] 本菌の生活史に關して考察をなし、初春生ぜる菌核はその儘越夏し、初冬の候未だ積雪を見るに至らざる頃菌核より子實體を抽出し、この子實體上に生ぜる擔子胞子は幼稚なる麥株に達して發芽し、之を侵害するに至るべき事を記述せり。然るに前に述べたる實驗成績に依りて本菌は 0°C 以下に於ても發育をなし且菌核より完全なる子實體を生ずるは太陽光線を完全に受くる場合に限らるる事を明かにせり。従て雪下に在ても本菌は活動するを得べく且つ積雪下に於けるが如く光線不足し且僅かに長波長の光線のみを受くる場合には菌核は直接菌絲を生ずるものと考え

[2] BULLER, A. H. Reginald : Researches on Fungi, I, 1909.

を得べし。

又菌核の生成及び成熟と温度との関係を見るに、前に述べたる如く 0°C 内外の低温に在ては菌核の生成は行はるるも殆ど成熟するに至らず。反之 $8\sim 15^{\circ}\text{C}$ に至れば菌核は速かに成熟して赤褐色を呈するに至る。之より考ふれば積雪下の被害麥株上に形成せられたる菌核は容易に成熟に達せず、融雪後気温並に地温上昇するに至り急激に成熟するに至るべき事明かなり。

以上記述せる所を考慮して前報文[1]に記述せる所を補足し本菌の生活史を述べれば次の如し。即ち早春被害麥株上に生ぜる本菌の菌核はその儘越冬し、晩秋乃至初冬の候積雪前に在ては菌核より子實體を抽出し、之に生ぜる擔子胞子は四散して幼弱なる麥株に到達して發芽し、之を侵害するに至る。又積雪後雪下に於て菌核が發芽する場合には子實體を生ずることなく直接菌絲を生じ、この菌絲は附近の麥株に纏絡して之を侵害するに至る。かくして麥株に達し之を侵害せる菌絲は積雪下に在て益々蔓延し菌核を生じ始む。然れ共之等の菌核は雪下に於て成熟すること殆どなく融雪後に至り急激に成熟す。融雪後気温並に地温上昇するに至れば菌の活動は次第に停止し、菌核は再び土壤中に混じ休眠越冬するに至るものと思惟せらる。

摘 要

(1) 本報告に於ては麥類雪腐病菌 *Typhula graminum*, KARST. の生理的性質に關する實驗結果を記述し且つ之に關する考察をなせり。

(2) 本菌は種々の培養基上に於て比較的容易に發育するも特に禾本科植物煮汁寒天培養基及び馬鈴薯寒天培養基上に於て最も良好なる發育をなせり。

(3) 本菌は -5°C より稍低き温度乃至 $22\sim 23.5^{\circ}\text{C}$ 内外の間に於て發育し、 0°C 内外乃至 21°C 内外の間に於て菌核を生成せり。而してその發育の適温は各菌系に依り多少の差異あるも大略 $8\sim 15^{\circ}\text{C}$ なるが如し。

(4) 本菌は pH 6 内外の培養基上に於て最も可良なる發育をなすものの如し。但し菌叢は pH 6.7 \sim 7.7 の間に於て最も速かに擴大し、pH 價低くなるに従ひて擴大度を減する傾向を示せり。又菌核生成は pH 5 \sim 6 に於て最も良

好なりき。

(5) 本菌菌核より完全なる子實體を生ずるは完全なる太陽光線の存在する場合のみに限られ、暗黒なる場合又は波長を異にせる部分的光線を照射せる場合には子實體は單なる絲狀乃至樹狀を呈するに過ぎず且つ土壤面を匍匐する菌絲を生ぜり。而して照射光線の波長短かき程絲狀體は簡單となると同時に匍匐菌絲を増し、波長長き時は稍複雑なる樹狀體となり匍匐菌絲を減ぜり。

(6) 本菌菌核は積雪下に於て發芽する場合は直接菌絲を生じ植物體に連絡して之を侵害するに至るものの如し。

圖版説明

第二十七圖版 I 溫度と菌の發育並に菌核生成型との關係

A ... -1 ~ +1°C	B ... 5°C	C ... 8°C
D ... 11.5°C	E ... 14.5°C	F ... 18°C

II 培養基の酸素「イオン」濃度と菌の發育並に菌核の生成型との關係

A ... pH 3.5	B ... pH 4.3	C ... pH 5.2
D ... pH 5.7	E ... pH 6.7	F ... pH 7.7

第二十八圖版 光線と子實體形成との關係

I ... Vita glass 區	II ... 赤色區	III ... 橙色區
IV ... 紫色區	V ... 綠藍色區	VI ... 暗黒區

ON THE PHYSIOLOGY OF *TYPHULA GRAMINUM*, KARST.

(Résumé)

Heizi TASUGI

The writer has reported previously concerning the *Typhula* disease (snow-rot) of cereals, the morphology, the pathogenicity and the life-history of the causal fungus, *Typhula graminum*, KARST. In the present paper, he intends to report some physiologic characters of the fungus.

Growth on Culture-media (cf. Table II):—The growth of the fungus (7 cultures) on 9 different media is studied at 8–10°C. In this experiment, the media (A–E), made from the decoction of the graminaceous plants, and potato agar are most favorable for the fungous growth. On apricot agar and SAITO's soy-onion agar the growth is very feeble and on MIYOSHI's soy-onion agar no growth at all is observed.

Relation of Temperature to Fungous Growth (cf. Table III, Plate I):—The growth of the fungus (6 cultures) on potato agar is examined at 12 different degrees of temperature. The fungous growth is most vigorous at 8–15°C., though the optimum temperature of several strains differ somewhat from each other. The minimum temperature is seen at somewhat lower than –5°C. and the maximum at about 22–23°C.

The production of sclerotia takes place most abundantly at about 0–21°C. At 0°C., sclerotia remain immature during 2–3 months and are generally small. As the temperature becomes higher than 0°C., they become larger and ripe after a short time, and at 19.5–21°C., they cluster at the center of the media as a large mass.

Relation of H-ion Concentration to Fungous Growth (cf. Table IV, Plate I):—The growth of the fungus (13 cultures) on potato agar of which 6 different classes of pH value were made by the use of N/10 HCl and NaOH, are studied at 8–10°C. The fungus grows most vigorously at about pH 7 and as the pH value becomes higher or lower than pH 7, its growth begins to become gradually feebler. Sclerotia are produced most abundantly at pH 5–6.

Relation of Production of Fruit-Body and Light (Plate II):—The production of the fruit-body from the sclerotium is studied under several different light conditions. These experiments are as follows: A–Diffused light with no cover, B– the same with vita glass cover, C– the same with green glass cover (the wave-length of light which passes through this cover is shorter than 3420 Å), D– the same with violet glass cover (wave-length3420–5050 Å), E– the same with orange glass cover (wave-length..... 5050–5400 Å), F– the same with red glass cover (wave-length.....5400–6000 Å) and G– dark.

In A, the fruit-bodies produced from sclerotia are normal and in B somewhat slender, larger and paler, owing to the moist condition in the chamber. In C, no normal fruit-body is found. Most sclerotia produce, however, white mycelia creeping over the soil, and short, simple rhizomorphs are rarely seen. In D, though sclerotia produce mycelia similar to those in C, the rhizomorphs have a little more complex structure than those in C. In E, they are produced abundantly, taking somewhat arboreal appearance, and the sclerotia which produce mycelia only are rare. In F, most sclerotia produce rhizomorphs which are rather complex in structure, light pink-colored and copiously branched. In G, white creeping mycelia are produced from sclerotia as well as a few simple thread-like rhizomorphs.

As above mentioned, the normal fruit-body of the fungus develops only under diffused light or light which passes through vita-glass cover, giving rise to true hymenia and basidiospores. Under the filtered light or dark conditions, no normal one is observed. Concerning the wave-length, the shorter one seems to inhibit extremely the production of the fruit-body, even that of the tree-like or thread-like body (rhizomorph), and the longer the wave-length, the more complex in structure and the deeper colored, resembling somewhat the normal one.

From these results, the writer is rather inclined to consider that under snow, through which only light of longer wave-length may reach the soil, the sclerotia may produce instead of the normal fruit-body, mycelia which creep on the soil and invade the young host-plant, resulting in snow-rot.

Explanation of Plates

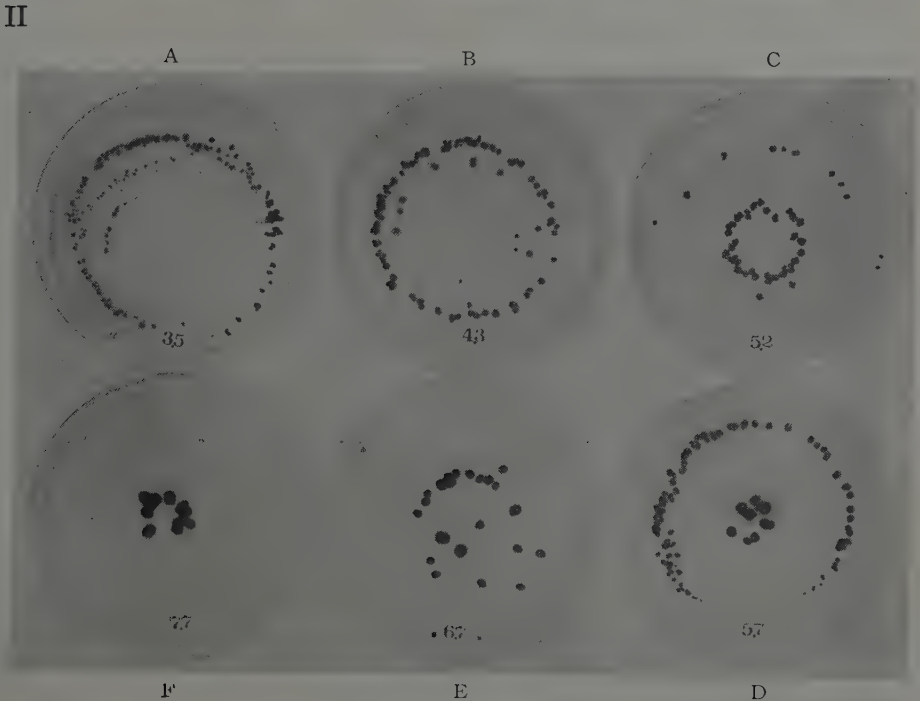
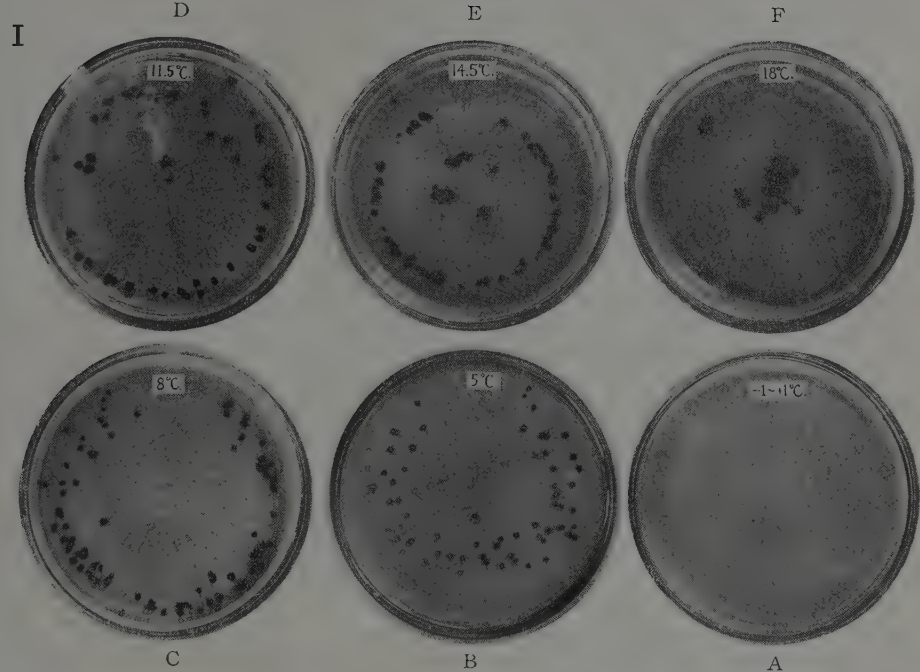
PLATE XXVII

- I. The relation of the temperature to the production of sclerotia of the strain O₁.
A...-1~+1°C., B...5°C., C...8°C., D...11.5°C., E...14.5°C., F...18°C.
- II. The relation of pH of culture media to the production of sclerotia of the strain O₁.
A...pH 3.5, B...pH 4.3, C...pH 5.2, D...pH 5.7, E...pH 6.7, F...pH 7.7.

PLATE XXVIII

Production of the fruit body from sclerotia under several different light and dark conditions.

- A...Diffused light passed through vita glass cover. Normal fruit bodies are seen.
B...Light filtered with red glass cover. C...Light filtered with orange glass cover.
D...Light filtered with violet glass cover. E...Light filtered with green glass cover. F...Dark.





A



B



C



D



E



F

粟の「ササラ」病の發生と環境要素及び 卵孢子處理との關係に就て

(露菌科菌類に關する研究 四)

技師 田 杉 平 司

緒 言

粟の「ササラ」病に關する研究の第一及び第二報は既に本彙報第二卷第二及び第三號に於て病原菌(*Sclerospora graminicola* (SACC.) SCHROET.)の生理的性質、生活史、寄生性、生態種等に就て記述せり。本報告はその第三報にして本病の發生と環境要素との關係及び卵孢子處理の發病に及ぼす影響に就て述べんとす。

I 發病と環境要素との關係

(一) 發病と土壤溫度との關係

(1) 恒溫度の土壤と發病との關係 病原菌の甲拆侵入に依りて起る病害は寄主植物の種子を播下する當時に於ける土壤の溫度に依りて發病に多少ある事は既に多くの病害に就て實驗せられたり。本病も亦甲拆時代に病原菌の侵害を受けて發病するものなるを以て[9]その發生が播種當時の土壤溫度と密接なる關係を有すべきこと明かなり。而してこの關係は既に報告[9]せる本病病原菌卵孢子の發芽と溫度との關係に依りて大略を推知し得べきも更に的確に發病の最適並に限界溫度を知らんとして本實驗を施行せり。

本實驗に於ける溫度の調節は適溫器に依りて行ひ、適溫器各室の溫度が一定となりたる時良く篩ひたる風乾畑土を約7.5cm.の深さに入れたる直径約8.5cm.、高さ約15cm.の硝子製「ボツト」を各室の水中に挿入せり。その際各室内の水面は土壤面より大約3cm.高くなるやう水量の調節をなせり。然る

後「ポット」内の土壤に井水を加へて土壤最大容水量の70~80%の水濕を保たしめたり。かく装置せる後一晝夜放置すれば適溫器各室の水溫と「ポット」内

第一表 發病と土壤溫度との關係

Table I. Relation of soil temperature to infection by oospores.

實驗番號 Exp. No.	溫度 (°C) Temperature	供試植物總數 Total nos. of plants	發病植物數 Nos. of infected plants	發病歩合 (%) Percent infected
I	9 ~ 10	—	—	—
	12 ~ 13	45	0	0
	15 ~ 16	44	8	18.2
	18 ~ 19.5	40	17	42.5
	20.5 ~ 21	45	25	55.6
	23 ~ 24	30	16	53.3
	26 ~ 27	29	9	31.0
	28 ~ 29.5	23	0	0
	31 ~ 32.5	23	0	0
	35 ~ 37	12	0	0
II	11	31	0	0
	15	45	5	11.1
	18	45	10	22.2
	21	47	23	48.9
	24	41	15	36.6
	27	42	2	4.8
	30	10	0	0
	33	6	0	0
III	15.5	46	5	10.9
	18.5	49	9	18.4
	21.5	33	10	30.3
	24	43	10	23.3
	27	31	1	3.2
	30	31	1	3.2
	33.5	9	0	0

備考 (Notes): 各溫度區播下種子數(Nos. of seeds for each pot).....50

卵孢子採集期日(Date of collection of oospore).....18/IX, 1920

實驗施行期日(Date experimented).....Exp. I...5~25/V, 1930,

Exp. II...26/V~5/VI, 1930, Exp. III.....6~23/VI, 1930

播種後開葉迄の経過日數と溫度との關係

Interval between sowing of seed and unfolding the first leaf related to soil temperature.

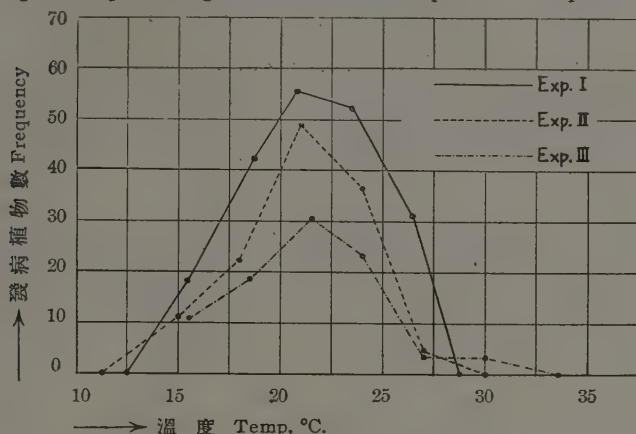
播種後日數 Days after sowing	13°C	16°C	19.5°C	21°C	24°C	27°C	29.5°C	32.5°C	37°C
三日 (3 days)	—	—	—	—	—	+	+	+	+
五日 (5 日)	—	—	—	+	+	+	+	+	+
七日 (7 日)	—	—	—	+	+	+	+	+	+
九日 (9 日)	—	—	+	+	+	+	+	+	+
十日 (10 日)	—	+	+	+	+	+	+	+	+

+.....開葉 The first leaf unfolded, —.....未開葉 Not unfolded.

の土壤温度とは相一致し爾後は殆ど温度の變化を認めざりき。土壤温度の一定せる時塗抹法に依りて接種せる粟種子を土壤面に並べ、次いで種子を

第一圖 發病と土壤温度との關係

Fig. I. Graph showing the relation of soil temperature to oospore infection.



覆ふ程度に少量の風乾土を撒布せり。上記の操作を終りし後は時々給水して調査を行ふ迄放置せり。なほ供試卵孢子は 18/IX, 1929 採集せるものにして粟種子は No. 124 を使用せり。また卵孢子の接種量は種子 100 粒に對して 0.05 gr. を使用し、一「ポット」に種子 50 粒宛播下せり。

調査は幼苗の第三乃至第四葉を展開するを俟ちて分生孢子の生成に依り發病株を選別せり。然れ共高温區のものは發芽早く且つ生長速なるに反し、低温區のものは發芽迄に多くの日時を要し且つ生長遅かりしを以て全區を同時に調査する事能はざりき(第一表備考参照)。

本實驗の成績は第一表及び第一圖に示す所の如し。今この成績並に觀察を總括して述べれば次の如し。

本實驗に於ける供試温度中本病の發生最も多かりしは 20~21°C 區にして 23~24°C 區及び 18~19.5°C 區之に次ぎ、15~16°C 區並に 26~27°C 區に於ては更に發病を減じ、28~30°C 區に在ては極めて僅少の發病を見たるに過ぎざりき。而して 12~13°C 區以下及び 31°C 區以上に於ては全く發病を認むる能はざりき。之より見れば本菌卵孢子に依る粟「ササラ」病發生の土壤温度は範圍 12~31°C、最適温度は 20~21°C と認むるを得べし。

以上の結果は大體卵孢子の發芽と温度との關係[9]と一致せり。唯 20°C 以

下に於ては卵胞子の發芽に比し發病歩合高く又25°C以上に在ては反對に卵胞子の發芽に比し發病歩合低き結果を示せり。之の如く卵胞子の發芽歩合と發病歩合との間に稍差異あるは低溫の場合には種子發芽後の生長遲きを以て本菌侵入に適合せる幼弱なる期間長く從て侵入の機會多く且つ低溫に於ては卵胞子より生ぜる發芽管が寄主侵害の能力旺盛なるに依るものの如く、又高溫の場合に在ては寄主の生長速かなる爲め本菌の寄主體侵入の期間短かきに依ると同時に發芽管の侵害力弱く死滅し易き状態にある爲なるべしと考へらる。

尙 MELHUS等[7]は米國產菌に就て實驗し、10~20°Cに於て發病最も多く15~25°C之に次ぎ大體本實驗の成績と一致せり。又樋浦[2]は本菌卵胞子に依る粟の感染範圍は11~34°C、最適溫度20~21°Cなる事を報じ本實驗の成績と略相一致せり。

(2) 發病と播種期との關係 既に述べたる如く本病の發生は播種當時の土壤溫度に依り左右せらるるを以て播種期の遲速と密接なる關係を有する事明かなるべし。依てこの關係を一層明瞭ならしむる爲め播種の時期を種々變更して發病の多少を調査せり。

種子は總て塗沫法に依りて接種し、1~2cm.の深さに瓦鉢内に播下せり。而して種子は11/IV~27/VII, 1928の間に8回播下せり。調査は植物が第五葉を抽出せる頃分生孢子生成の有無に依り罹病株を検せり。なほ本實驗に於て供試せる卵胞子は20/IX, 1927採集せるものにして、粟の種子はNo. 124を用ひたり。

本實驗の結果は第二表に示せり。之成績並に其他の觀察を總合して述べ

第二表 發病と時期との關係

Table II. Relation of periods of sowing to infection by oospores.

播種期日 Date of sowing	播下種子數 Nos. seeds sown	植 物 數 Total nos. plants germ.	發 病 數 Nos. infected	發 病 率 (%) Percent infected
11/IV, 1928	100	95	72	75.8
27/IV, 〃	100	86	59	68.6
13/V, 〃	100	97	30	30.9
25/V, 〃	300	224	82	36.5
11/VI, 〃	100	93	13	14.0
14/VI, 〃	150	108	22	20.4
28/VI, 〃	400	301	12	4.0
27/VII, 〃	100	24	0	0

れば次の如し。本病は播種期の遅速に依りて發病に多少の差を生ずること明かにして、四月中は相當多數の發病を見たるも五月に入りては漸次發病を減じ四月に於ける場合の約半數となりたり。六月に入りては更に發病は減少し殊に六月廿八日に於ては僅かに4%の發病率を示せるに過ぎず。而して七月廿七日に播種せる場合には全く發病せるものを認むる能りはざき。

上記の如く播種期と發病との間には密接なる關係ありて四月以降播種期の遅延するに従ひて發病を減ぜり。而して之の如く播種期に依りて發病に差異ある原因は主として地溫の變化にあるものと考へらる。今本實驗に於ける各播種後八日間[9]の地溫(第三表)を見るに播種期の遅延するに従ひて地溫は上昇せるを認むべし。而して之地溫は測定地面を覆ひ直射日光の照射を避けたる場合の測定値なるに反し本實驗に於ては瓦鉢を使用し日光の直射を受けたるものなるを以て之場合の地溫は第三表に於ける地溫より常に數度高かりしものと考ふること至當なるべし。依て之關係を考慮して見るに本實驗に於ける發病と播種期との關係は大體溫度と發病並に卵孢子の發芽と溫度との關係に於て述べたる所と相一致せり。即ち本病の發生が播種期の遅延に依りて減少を來すは一に溫度の上昇に起因するものと認むるを得べし。

第三表 第二表に於ける播種期日の地溫

Table III. Soil temperature of 8 days after the sowing.

地溫測定期間 Dates	地溫範圍 Range of soil temp.(°C)	地溫平均 Average of soil temp.(°C)
11/IV ~18/IV, 1928	13.70~16.33	15.15
27/IV ~ 4/V, 〃	13.33~20.60	16.75
13/V ~20/V, 〃	16.67~22.60	19.68
25/V ~ 1/VI, 〃	21.07~26.93	23.68
11/VI ~18/VI, 〃	20.07~27.70	22.70
14/VI ~21/VI, 〃	20.07~22.97	21.77
28/VI ~ 5/VII, 〃	19.87~25.63	22.90
27/VII ~ 3/VIII, 〃	23.30~29.80	25.43

備考(Notes): 中央氣象臺觀測に依る。

(3) 考察 以上記述せる如く、本病の發生は粟の播種當時の土壤溫度に依て左右せられ、從て播種期を異にするに伴ひて著るしき差異を生ぜり。之より見れば本病の發生を防止する爲にはその發生の適溫に相當する地溫の期間を回避して播種する事必要なるべし。而して本邦に於ける粟の播種期を見るに(第四表)一般に長期間に亘る地方多く且地方に依りては夏作及び

秋作の二回に播種するを以て上述の如き播種期の調節は必ずしも不可能に非ざるべし。今第四表に依りて各地の播種期並に同期に於ける地温とを對比して考察すれば次の如し。

先づ北海道及び東北地方に就て見るに、之等の地方に於ける粟の播種期は五月上乃至下旬に亘り、同期間内の地表温度平均は福島に於て 17.4°C を見る以外は何れも略 15°C 以下にあり。而して之の如き温度の下に於ては本

第四表 各地方に於ける播種期並に地温

地 方 名	粟 播 種 期	地 表 温 度 (°C 平 均)							
		測 定 地 名	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月		
北 海 道	五、上	根 室	—	10.3	—	—	—		
		札 幌	—	12.9	—	—	—		
青 森 縣	五、上	函 館	—	13.4	—	—	—		
		青 森	—	13.6	—	—	—		
岩 手 縣	五、上~下	盛 岡	—	12.7	—	—	—		
		水 澤	—	15.5	—	—	—		
福 島 縣	五、中~下	會 津	—	14.9	—	—	—		
		福 島	—	17.4	—	—	—		
群 馬 縣	六、中~七、中	前 橋	—	—	22.3	26.3	—		
		東 横 濱	—	—	—	26.8	—		
神 奈 川 縣	七、上 七、上	横 濱	—	—	—	25.5	—		
		新 潟	—	16.0	—	—	—		
新 潟 縣	五、下	高 田	—	16.9	—	—	—		
		長 野	—	17.8	—	—	—		
長 野 縣	五、下	松 本	—	17.1	—	—	—		
		飯 田	—	18.6	—	—	—		
靜 岡 縣	五、下~六、中	沼 津	—	20.1	24.2	—	—		
		濱 松	—	18.3	22.2	—	—		
岐 阜 縣	五 ~ 六	岐 阜	—	18.1	23.7	—	—		
		山 縣	13.9	18.8	23.9	28.7	—		
廣 島 縣	四、下~七、上 (五、上 (夏作) 七、上 (秋作)	廣 島	—	20.8	—	—	—		
		高 知	—	—	—	28.8	—		
高 知 縣	六、上	高 知	—	—	24.5	—	—		
		島 岡	—	19.0	23.4	27.8	—		
德 島 縣	五、下~七、中 七、上~中	福 岡	—	—	—	27.8	—		
		佐 賀	—	20.7	—	—	—		
佐 賀 縣	(五、上 (夏作) 七、上 (秋作)	佐 賀	—	—	—	29.5	—		
		長 崎	—	—	—	29.7	—		
長 崎 縣	七、中 七、上~八、上	長 崎	—	—	—	30.6	30.4		
		宮 崎	—	—	—	27.3	—		
宮 崎 縣	七、上~中 七、上~下	大 分	—	—	—	27.3	—		
		熊 本	—	—	—	23.8	—		
熊 本 縣	七、上~下 七、中~八、上	鹿 兒 島	—	—	—	30.6	30.4		
		鹿 兒 島	—	—	—	—	—		
鹿 兒 島 縣	七、中~八、上	基 津	—	13.8	—	—	—		
		平 山	—	18.2	—	—	—		
朝 鮮	五、上	釜 山	—	21.7	—	—	—		
		釜 山	—	—	—	—	—		

備考：播種期は引用文獻[5, 6, 8]、地表温度は引用文獻[10]に依る。粟播種期に於ける數字は月、上、中、下は夫々上旬、中旬、下旬を示す。

病の發生が僅少なるべき事勿論にして從來同地方に於て一般に本病の發生少なりし理由も明かなるべし。依て之等の地方に在ては播種期を遅延せしめず且一層早期に播種するやう注意する事適切なり。

關東地方に於ては一般に本病の發生を見るもその原因は播種期の地温が本病の發生に適せるに依るものなるべく、従てこの地方に在てはなるべく播種期を遅延せしめ特に群馬縣に於ては早期即ち六月中の播種を避くること必要なり。

中部地方の内比較的寒冷なる地方(新潟、長野、岐阜北部)に於ては播種期を早め、温暖なる地方に於ては反對に之を遅延せしむれば本病の發生防止上有效なるべし。

中國地方中岡山縣に於ては播種期極めて長期に亘るも最も安全なるは六月下旬乃至七月上旬なるべく其以前に播種せる場合は本病の發生は免れざるべし。又廣島縣に於ては播種期は夏作及び秋作の二回なるも夏作に於ては播種期の地温は本病發生の適温と相一致せるを以てなるべく避け、秋作を行ふこと有利なるべし。

四國、九州地方に在ては播種期の地温大體高きを以て本病の發生防止上有效なるも稍低温期に播種する地方或は夏作をなす地方に於ては播種期を遅延せしむる事並に夏作を避く事必要なり。

朝鮮に於ける播種期の地温は本病發生の適温と殆ど相等しく、從來同地方に發生多きは當然なるべし。依て朝鮮の場合は一般に播種期を早むる事適當なるべし。

之を要するに各地方に於ては同地方に於ける播種期の地温と本實驗に於ける發病と地温との關係を對比して考慮し、發病適温を回避して播種する事は本病防止上必要なることと思惟せらる。

(二) 發病と土壤水素「イオン」濃度との關係

土壤の水素「イオン」濃度も亦土壤温度の場合と同様病原菌の甲拆侵入に依りて惹起する病害の發生と密接なる關係を有するものなり。本實驗に於ては數種の水素「イオン」濃度を異にする土壤に於ける發病狀況を調査せり。

土壤の pH 價を變化せしむる方法は ARRHENIUS [1] が土壤の反應と植物の

生育との關係を實驗せる際行ひたる方法に依り、pH 價を低くするためには硫酸、又高くするためには苛性曹達を使用せり。而して所期 pH 價を得るに要する土壤に對する藥劑注加量を決定するには先づ豫め硫酸並に苛性曹達の N/10 溶液を以て土壤 pH 價變化の滴定曲線を作り之を基礎として所期 pH 價に對する注加量を算出せり。次いで一定量の土壤にこの藥劑の所要量を注加して溫室内に 3~6 ケ月間放置し、pH 價の變化せざるに至りし時供試せり。接種に際しては上記の土壤の pH 價を Quinhydrone 電氣測定法に依りて檢せる後内徑約 7cm. の硝子製「ボット」に滿し、その上層約 2cm. の深さに卵孢子 (0.05gr.) を混じ、之に粟種子 (No. 124) を 50 粒宛播下せり。而してこの「ボット」は 20~25°C の溫室内に靜置し、土壤濕度は最大含水量の約 70~80 % に保たしめたり。調査は粟の第三乃至第四葉を展開せる時分生孢子生成の有無に依りて罹病株を選別せり。尙供試卵孢子は 18/X, 1929 採集せるものにして實驗は昭和四年秋乃至翌五年初春に亘りて四回繰り返せり。

本實驗の成績は第五表及び第二圖に示す如く、本病の發生は土壤の pH 價低き程多く pH 價高くなるに従ひて減少せり。この關係は卵孢子の發芽と水素「イオン」濃度との關係[9]と全く同一の傾向を有するものにして、發病の多少は卵孢子發芽の多少に依るものなることを示せり。ただ pH 價低き場合に於て卵孢子の發芽に比し發病多き傾向あるは卵孢子の發芽に良好なる環境は亦發芽管の活動力を旺盛ならしめ從て發病を増加せしめたるものなるべし。

尙 MELHUS 等 [7] は土壤に少量の NaOH 及び HCl を加へて發病を檢せるが殆どその影響を認むる能はざりし事を報ぜり。

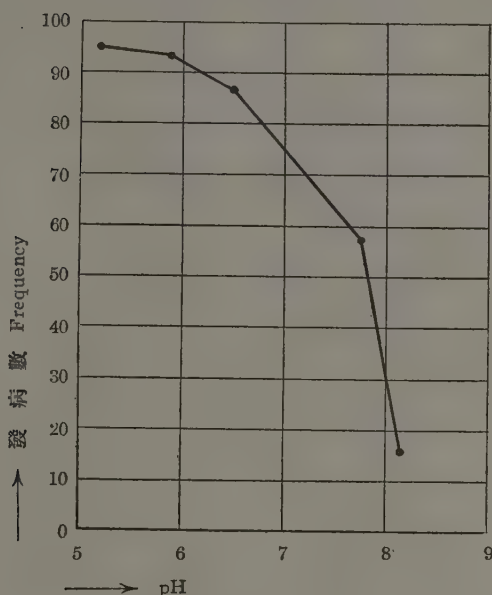
第五表 發病と土壤の水素「イオン」濃度との關係

Table V. Relation of pH of soil to infection by oospores.

土 壤 の pH pH of soil	供 試 植 物 數 Total nos. of plants	發 病 植 物 數 Nos. of infected plants	發 病 歩 合 (%) Percent infected
5.20	199	190	95.08
5.90	195	182	93.33
6.50	196	170	86.73
7.74	189	109	57.67
8.14	188	24	15.96

第二圖 發病と土壤の pH との關係

Fig. II. Graph showing the relation of pH of soil to oospore infection.



考察 上述の如き土壤の pH 價と本病發生との關係は從來本病が酸性強き土壤に發生多き事實並に草木灰連用に依り發病を減すること[3]と相符合するものにして本病の發生を抑止する爲には留意さるべき點なり。一方本邦耕土の pH 價を見るに板野及荒川[4]に依れば特殊の土壤を除きては大部分 pH 6 内外なるを以て之等の土壤に在ては常に相當の發病を見ること當然なるべし。又土壤の pH 價と栗の生育との關係に於て pH 4.5 以下なる時は栗の發育極めて不良にして僅かに第一葉を展開するのみにして其後殆ど成長せず、pH 7.7~8.1 に於ても亦發育悪く殊に pH 8.1 の場合には殆ど生育することなく、最も可良なる生育をなせるは pH 5.2~7.0 の範圍内なりき。従て以上の事實を總合して考ふるに、本病は栗の生育可良なる本邦耕土に於ては常に發病を見るべき事は避くる能はざる所なり。然れ共可成 pH 價高き土壤に栽植し且石井[8]の説く如く草木灰の連用或は施肥法等に注意し土壤の pH 價を高むる事は本病防除上考慮さるべき事項なるべし。

(三) 發病と土壤濕度との關係

先づ口經8 cm.、高さ10 cm.の褐色硝子製「ポット」を用意し、その中央に口徑約0.7 cm.、高さ約12 cm.の給水用硝子管を置きたる後「ポット」當200 grの風乾畑土を充たせり。然る後混入法並に塗沫法[9]に依りて接種せり。接種を終りたる時各區に所定量の蒸溜水を給水管を通じて注加し、爾後種子の發芽するに至る迄は毎日一回、發芽後は毎日朝夕二回宛各「ポット」を秤量し蒸發による水分の補給をなせり。

供試土壤は西ヶ原の畑土にして最大容水量(重量%) 69.14を有せり。而して各區の土壤の水濕はこの容水量に對する%を以て示し、主として40~100%に就て試験せるも、過濕に依る影響を見るため110及び120%を各一回宛供試せり。供試卵胞子は6/X, 1928及び18/IX, 1929採集せるものにして、種子はNo. 124を使用し、「ポット」に各50粒宛播下せり。又供試卵胞子量は塗沫法(2回)の場合には種子100粒に對し0.02 gr.、混入法(9回)に於ては種子50粒に對し各0.02 gr.(1回)、0.01 gr.(1回)、0.005 gr.(4回)、及び0.002 gr.(3回)を使用せり。

調査は粟の葉の展開後三週間内外を經過せる時分生胞子を生成せしめ罹病株の有無を検せり。

なほ本實驗は昭和四年六~七月に亘りて五回、昭和五年二~三月に六回、計十一回行ひ、後者は溫室(16~25°C)、前者は水槽中に「ポット」を入れ土壤溫度を18~20°Cに調節せり。

本實驗の成績は第六表並に第三圖に示せり。この成績及び考察を概括し

第六表 發病と土壤濕度との關係
Table VI. Relation of soil moisture to infection by oospores.

土 壤 濕 度 Soil Moisture	供 試 植 物 數 Total nos. of plants	發 病 植 物 數 Nos. of infected plants	發 病 歩 合 (%) Percent infected
40 (%)	8	1	12.50
50	401	253	63.09
60	513	341	66.47
70	521	378	72.55
80	526	390	74.16
90	436	308	70.64
100	238	150	63.03
110	35	17	48.57
120	20	3	15.00

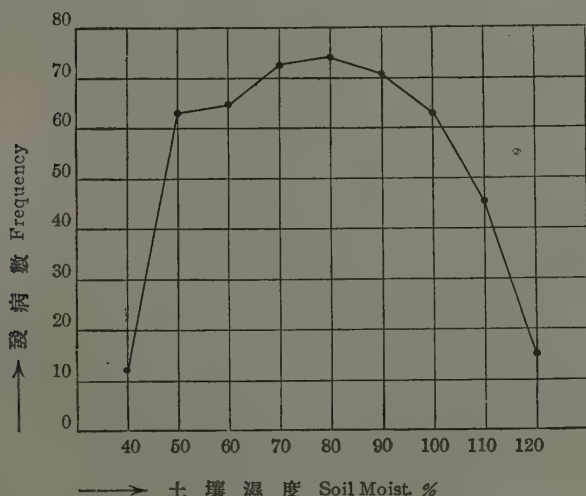
備考(Notes): Soil moisture was indicated by percent to the water holding capacity (69.14...weight) of soil.

て述べれば次の如し。本實驗に於ては何れの場合に在ても土壤濕度50%に於ては既に相當の發病を見、60、70%と漸次發病を増し80%に至りて最高發病率に達し、これより濕度を増すに従ひて發病は減少せり。40%に於ては種子の發芽せるもの少なく充分の結果を見る能はざりしが、この場合に在りては種子並に卵胞子の發芽に對し濕度不充分なりし爲め成績不完全なりしものと考へらる。80%以上に於て發病の減するは水濕の増加に伴ひて土壤中の酸素の供給不十分となり従て卵胞子の發芽不良となる結果發病を減じたるものなるべく、殊に110及び120%に在ては土壤表面上に水溢れ居りしものにして酸素の缺乏は明かに推知するを得べし。

之を要するに、本病の發生は土壤濕度50~100%の間に在ては大差なく發病率何れの場合に於ても高く、僅かに80%に於て最高發病率を示せり。之より見れば粟種子の發芽に適當なる土壤濕度の範圍内に在ては發病も亦多かるべく、従て實際の栽培に於て通常の土壤濕度の場合に在ては常に相當の發病を免れざるものと思惟せらる。

第三圖 發病と土壤濕度との關係

Fig. III. Graph showing the relation of soil moisture to oospore infection.



(四) 發病と覆土の深淺との關係

種子播下當時に於ける覆土の深淺が發病と如何なる關係を有するやを明

かにするため覆土の深さを種々に變へて播種し發病の多少を調査せり。

先づ直徑 30 cm. の植木鉢に土壤を入れ、その表面を鎮壓して可成平にし、之に塗沫法に依りて接種せる種子を並べたり。然る後所定の深さに覆土して給水し調査の時期迄放置せり。調査は播種後 3~4 週間を経過せる時分生孢子生成の有無に依り罹病株を選別せり。なほ本實驗に供用せる種子は No. 124 及び埼玉縣産打切種にして卵孢子は 1926 年九月採集せるものなり。

本實驗の成績は第七表に示せり。同表に依て見るに、覆土 0.5~5 cm. の何れの場合にもよく發病し殆ど差異なかりしが唯 0.5 cm. 區に於て發病率最も大なりき。0.5 cm. 區に於て發病最も多かりしは覆土最も淺く從て卵孢子は最も多量に空氣の供給を受け發芽良好なりし結果なるが如し。然れ共試験區間の發病率の差は極めて小にして、本病の發生と覆土の深淺との間には殆ど關係なきものの如く、發病を左右するは唯酸素の供給の多少にあるものと考へらる。

第七表 覆土の深さと發病との關係

Table VII. Relation of the depth of seeds when sown in soil to infection by oospores.

覆土の 深 さ (cm) Depth	實 驗 I. Exp. I. (供試品種. Variety of host. No. 124)			實 驗 II. Exp. II (供試品種 Variety of host.....打切埼玉). Utikiri)		
	供試植物數 Total nos. of plants	發 病 數 Nos. infected	發病歩合(%) Percent infected	供試植物數 Total nos. of plants	發 病 數 Nos infected.	發病歩合(%) Percent infected
0.5	94	92	97.9	97	90	92.4
1.0	93	72	77.4	96	76	79.2
2.0	86	67	77.9	85	68	80.0
3.0	90	74	82.2	81	62	76.5
4.0	73	66	90.4	86	67	77.9
5.0	63	50	79.4	52	40	76.9

備考(Notes): 實驗施行期日 (Date experimented).....Exp. I, II.....6/V, 1927.

(五) 卵孢子所在の位置と發病との關係

圃場に於ける卵孢子所在の位置と發病との關係を明かにするは本病被害莖葉の處理と密接なる關係あるを以て本實驗を施行せり。

先づ直徑 12 cm. の植木鉢に相當量の土壤を入れて表面を平にし、之に種子を並べ、同時に卵孢子を一様に撒布し、この上に 1 cm. の深さに覆土せり。この區を種子と卵孢子と同位置にある區とし、更に種子の上又は下に卵孢子の存する場合としては種子の上下一定の深さに卵孢子を撒布せり。而し

て卵孢子が種子の下位にある場合には種子の覆土は何れも1cm.とし、上位の場合には卵孢子を混入せる風乾土を1cm.の厚さに最上部に置きたり。調査は播種後三週間を経過せる時分生孢子の生成の有無に依り罹病株を選別せり。なほ本實驗に供用せる卵孢子は1929年秋採集せるものにして、各區に對し0.001 gr.を供試せり。又土壤は畑土及び荒木田を等分に混じたるものを使用し、播種は11/V及び21/V, 1930行ひたり。

第八表 卵孢子所在の位置と發病との關係

Table VIII. Relation of the situation of oospores in soil to oospore infection.

卵孢子所在の位置		實 驗 I Exp. I			實 驗 II Exp. II		
The situation of oospores		植物總數 Total nos. of plants	發 病 數 Nos. of infected plants	發病率 % % infected	植物總數 Total nos. of plants	發 病 數 Nos. of infected plants	發病率 % % infected
種子の上 Above seeds	5cm.	53	0	0	83	0	0
	4 "	73	1	1.4	70	0	0
	3 "	68	3	4.4	77	0	0
	2 "	76	0	0	92	1	1.1
	1 "	66	6	9.1	98	28	28.6
同位置 Same level		80	26	32.5	87	37	42.5
種子の下 Under seeds	1cm.	90	1	1.1	87	0	0
	2 "	91	0	0	85	0	0
	3 "	90	0	0	91	0	0
	4 "	86	0	0	94	0	0
	5 "	94	0	0	77	0	0

第八表に示せる本實驗の成績並に考察に就て記せば次の如し。先づ第八表に依りて見るに、本病は種子と卵孢子とが同位置にある場合發病最も多く、次いで卵孢子が種子の上位にありて種子との距離近きものに發病多し。而して卵孢子が種子の上位に在ても種子との距離大となるに従ひて發病を減じ、5cm.上位區に於ては全く發病を見ざりき。又種子の下位に卵孢子の存在する場合には種子と最も近接せる1cm.下位區に於て僅かに發病を見たる以外は全く發病することなかりき。

上述の成績より見れば、本病は卵孢子が播種當時の種子以下の位置に存在する場合には殆ど發生せざるものと考ふるを得べし。唯種子以下の位置にあるも種子と極めて近接せる場合には卵孢子より生ぜる菌絲の伸長如何により種子と卵孢子とが同位置或は上位にある場合と同様の關係となり發病を見ることあるものの如し。又種子の上位に卵孢子の存在する場合に於て種子と卵孢子との距離大となるに従ひて發病を減ずるは寄主植物の生育

度と發病との關係[9]に於けると同様にして距離大となるに従ひて卵胞子は生育度の進みたる植物と遭遇せる結果發病を減じたるものと考へらる。從て之より見れば、本菌は栗の極めて幼弱なる芽より侵入するのみにして根部よりは殆ど侵入し得ざるものと思惟せらる。

以上記述せる本實驗の成績は本病防除と關聯して極めて興味深きものなり。即ち卵胞子が種子より下位に存在する時は殆ど發病することなきものなるを以て本病の防除は播種前豫め「天地返し」を行ひ卵胞子の混在する恐ある表土と深土とを置換ふる事に依り有効に行はるべきことを示すものなり。

II 卵胞子の處理と發病との關係

種子に附着せる卵胞子が翌年の發病の一原因を爲す事は既に記述せり[9]。從て之等の卵胞子を處理する事は本病防除上極めて適切なる一方法なり。依て本實驗に於ては溫度並に數種の藥劑に依りて卵胞子を處理し發病の有無を検せり。

(一) 溫度に依る處理

本實驗に於ては先づ卵胞子の抵抗力試驗[9]に於けると同様の方法に依りて卵胞子を處理し、之卵胞子を用ひ塗抹法に依りて接種試験を行ひたり。供試溫度は50°C 及び55°C にして、之を乾熱並に濕熱に分ちて實驗せり。又處理時間は10分、30分、1時間、2時間、3時間及び4時間の6種なり。供試卵胞子は18/IX, 1929 採集せるものにして栗種子はNo. 124を供用し、30/I ~22/II, 1930 に亘りて實驗せり。本實驗の成績は第九表に示す所の如し。

(1) 50°C. 乾熱の場合には處理時間10分~4時間の何れに於ても發病を見たるが4時間處理區に於て稍發病を減少せり。之に反し濕熱に於ては10分浸漬區に於て既に相當發病を減じ、30分浸漬區には僅かに1.01%の發病を見たるに過ぎずして1時間~4時間浸漬區に在つては全く發病を認むる事能はざりき。

(2) 55°C. 乾熱の場合に於ては10分~4時間處理の何れに於ても總て發病を見たるも1及び2時間處理區に於ては既に發病は無處理區の $\frac{1}{3}$ 以下に減少し、3及び4時間處理區は僅かに痕跡的に發病を認めたるに過ぎず。

濕熱の場合には10分浸漬區を始め4時間浸漬區迄總て發病せざりき。

以上記述せる如く本菌卵孢子を處理せる場合に於ける發病は全く卵孢子を處理せる際に於ける發芽[9]と同一結果を示し、發病と卵孢子の發芽とが相關聯せるを示せり。而して本實驗より見れば濕熱に依りて種子消毒を行ふ事に依り相當防除の効果を擧ぐるを得べしと信ず。即ち上述の溫度に依りて處理せる粟種子の發芽を検せる成績(第十表)と既に述べたる所を對比するに濕熱 50°C にて30分、55°C にて10~30分處理せば相當有効なるべし。

第九表 卵孢子の熱に依る處理と發病との關係

Table IX. Relation of oospore treatment by heat to infection.

溫度 (°C) Temp.	處理時間 Interval of treatment (hour)	乾 熱 Dry heat			濕 熱 Hot water		
		供試植物數 Total nos. plants	發 病 數 Nos. infected	發病歩合(%) Percent infected	供試植物數 Total nos. plants	發 病 數 Nos. infected	發病歩合(%) Percent infected
50	1/6	100	61	61.0	179	48	26.8
	1/2	93	57	61.2	199	2	1.0
	1	100	49	49.0	194	0	0
	2	98	51	52.0	100	0	0
	3	100	59	59.0	97	0	0
	4	100	26	26.0	94	0	0
	無處理 (Control)	98	69	69.8	96	67	69.8
55	1/6	99	56	56.6	98	0	0
	1/2	95	52	52.6	99	0	0
	1	96	20	20.8	95	0	0
	2	98	20	20.4	100	0	0
	3	98	3	3.1	100	0	0
	4	100	3	3.0	97	0	0
	無處理 (Control)	100	70	70.0	100	52	52.0

備考: (Notes)	卵孢子採集期日 (Date of collection of oospore)	實驗施行期日 (Date of experiments)	實驗中溫度 (Temp. during exp.)
50°C { 乾熱 (Dry heat)	18/IX, 1929	30/I ~ 25/II, 1930	18~25°C
50°C { 濕熱 (Hot water)	〃 〃	30/I ~ 22/II, 1930	18~25°C
55°C { 乾熱 (Dry heat)	〃 〃	4/II ~ 28/II, 1930	15~26°C
55°C { 濕熱 (Hot water)	〃 〃	4/II ~ 30/II, 1930	15~26°C

(二) 藥劑に依る處理

本實驗に於ても卵孢子の抵抗力試験[9]に於けると同様の方法に依りて卵孢子を處理し、塗沫法に依りて接種試験を行ひたり。

供試藥劑は昇汞、硫酸銅、「フォルマリン」及び石灰水にして、處理時間は

第十表 粟種子の熱に依る處理と發芽との關係

Table X. Effect of treatment of seed by heat upon germination of seeds of *Setaria italica*.

溫度 (°C) Temp.	處理時間 Internal of treatment (hour)	乾 熱 Dry heat		濕 熱 Hot water	
		發芽歩合 (%) % germinated	發 芽 勢 Germinating speed	發芽歩合 (%) % germinated	發 芽 勢 Germinating speed
50	1/2	97	69	100	69
	1/2	99	66	99	73
	1	98	70	79	27
	2	93	60	42	6
	3	100	82	13	0
	4	99	66	9	0
	無處理 (Control)	98	72	98	72
55	1/2	100	70	98	91
	1/2	100	90	83	46
	1	99	92	31	4
	2	94	74	3	0
	3	100	92	0	0
	4	96	67	1	0
	無處理 (Control)	100	97	100	97

30分、1時間、2時間、3時間、4時間の5種に就て實驗せり。

供試卵胞子は18/IX, 1929採集せるものにして、粟種子はNo. 124を用ひたり。尙本實驗は4~22/III, 1930に亘りて實驗を施行せり。本實驗の成績は第十一表に示せる所の如し。

(1) 昇汞、 HgCl_2 供試濃度…0.05及び0.01%

本劑に於て0.01%の場合には1時間浸漬區迄10%内外の發病を見たるも2時間以上に於ては何れも發病を見ざりき。

0.05%にては2時間浸漬區に於て僅かに1.04%の發病を見たるが、之は恐らく藥劑に接觸せざりし卵胞子の殘存せるに依るものなるべし。其他の場合には全く發病を認めざりき。

(2) 硫酸銅、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 供試濃度…0.1及び0.5%

0.1%の場合には何れも相當の發病を見たり。又0.5%に於ても30分~4時間浸漬區の總てに發病を見たるが發病率は大に減ぜり。

(3) 「フォルマリン」、 CH_2O 供試濃度(容量%)…0.1及び0.25%

0.1%に於て30分間浸漬せる場合には無處理區と大差なく發病せるも1時間浸漬區に於ては發病は大約半減し、2時間及び3時間區は極めて少數の

第十一表 卵胞子の藥劑に依る處理と發病との關係

Table XI. Effect of treatment of oospores by chemicals upon infection.

處理時間 Interval of treatment (hour)	昇 汞 HgCl_2					
	0.01 %			0.05 %		
	供試植物數 Total nos. of plants	發 病 數 Plants infected	發病歩合(%) Percent infected	供試植物數 Total nos. of plants	發 病 數 Plants infected	發病歩合(%) Percent infected
$\frac{1}{2}$	89	9	10.1	94	0	0
1	98	10	10.2	99	0	0
2	95	0	0	96	1?	1.0?
3	86	0	0	97	0	0
4	94	0	0	94	0	0
無處理 (Control)	95	48	50.5	98	41	41.8

處理時間 Interval (hour)	硫 酸 銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$					
	0.1 %			0.5 %		
$\frac{1}{2}$	92	21	23.9	92	10	10.9
1	96	19	19.8	98	5	5.4
2	96	20	20.8	94	7	7.5
3	98	21	21.2	96	2	2.1
4	97	20	20.6	88	1	1.1
無處理 (Control)	87	30	34.5	97	40	41.2

處理時間 Interval (hour)	「フ オ ル マ リ ン」 CH_2O					
	0.1 % (Vol. %)			0.25 % (Vol. %)		
$\frac{1}{2}$	99	68	68.8	97	36	37.1
1	96	32	33.3	93	0	0
2	92	9	9.8	97	0	0
3	99	8	8.1	99	0	0
4	99	0	0	100	0	0
無處理 (Control)	96	67	69.8	91	76	83.5

時 間 Interval	石 灰 水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$					
$\frac{1}{2}$	197	154	78.2	—	—	—
1	190	137	72.1	—	—	—
2	190	143	75.3	—	—	—
3	191	142	74.4	—	—	—
4	191	19	9.9	—	—	—
無處理 (Control)	99	88	88.9	—	—	—

備考 (Notes)	卵胞子採集期日 Date of oospore collection.	處理當時溫度 Temp. of treat. (Room temp.)	播下時地溫 Soil temp.	實驗施行期日 Date experimented
HgCl_2 { 0.01 %	18/IX, 1929	17°C	18~25°C	4~20/III, 1930
{ 0.05 %	〃 〃	17°C	18~25°C	4~20/III, 〃
CuSO_4 { 0.1 %	〃 〃	20~23°C	18~25°C	2~16/III, 〃
{ 0.5 %	〃 〃	20~23°C	18~25°C	2~16/III, 〃
CH_2O { 0.1 %	〃 〃	20°C	18~24°C	6~22/III, 〃
{ 0.25 %	〃 〃	20°C	19~25°C	6~22/III, 〃
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 〃 〃	〃 〃	20°C	18~25°C	8~25/III, 〃

發病を見るに過ぎざるに至り、4時間區に在ては一も發病せるものを認むる能はざりき。

0.25% に於ては30分區に無處理區の約半數の發病を見たる以外1時間～4時間區の何れにも發病せざりき。

(4) 石灰水、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 石灰水の製法は既記[9]卵胞子の抵抗力試験の場合に於けると同様なり。

本劑に於ては30分～3時間區の何れも殆ど同率の發病をなせるも4時間區に至り發病は急激に減少せり。

以上四種の藥劑に就て行ひたる實驗の結果を見るに卵胞子處理と發病との關係は大體既記卵胞子處理と發芽との關係と一致せり。而して之場合に於ても最も有効なるべきは昇汞及び「フォルマリン」にして、特に昇汞の殺菌力は顯著なりき。之に反し硫酸銅及び石灰水は比較的藥効少なきものと考へらる。

摘 要

(1) 本報告に於ては卵胞子接種に依る粟の「ササラ」病の發生と環境要素との關係並に卵胞子處理の發病に及ぼす影響に就て記述せり。

(2) 本病發生に最も好適なる土壤溫度は $20\sim 21^{\circ}\text{C}$ にして發病土壤溫度の範圍は $12\sim 31^{\circ}\text{C}$ なり。従て本病は播種期を異にする事に依て發病歩合に差違を生じ、四月以降土壤溫度上昇するに従て漸次發病を減じ當場に於ては六月末乃至七月に至れば殆ど發病を見ざるに至る。

(3) 本病は土壤の水素「イオン」濃度低き程發病多く、高くなるに従て次第に發病を減ず。

(4) 本病は土壤水分(最大含水量に對する%) $50\sim 100\%$ に於ては何れも良く發生するも80%に於て最大發病率を示せり。而して水分過多($110\sim 120\%$)の場合には甚だしく發病を減ぜり。

(5) 種子の覆土は淺き程發病多きも、覆土の深淺の發病に及ぼす影響は極めて僅少なり。

(6) 卵胞子所在の位置と發病との關係に於ては、卵胞子と種子とが同位置にある場合最も發病多く、種子より上位にある時は兩者の位置近接せる

程發病多く距離を増すに従ひて發病を減じ兩者の距離5cm.の場合には全く發病を見ざりき。又種子より下位に卵孢子の存在する時は種子直下に卵孢子のある場合のみ僅かに發病し、其他の場合には全く發病する事なかりき。

(7) 溫度に依て卵孢子を處理せるに、50°Cに於て乾熱の場合には殆ど効果なきも濕熱に在ては1~4時間浸漬せるものは全く發病を見ざりき。又55°Cに於ては乾熱處理の場合には浸漬時間の増加と共に發病を減ぜるが全區發病を見たり。反之濕熱の場合には全區發病を見ざりき。

(8) 卵孢子を藥劑に浸漬せるに、昇汞及び「フォルマリン」最も藥効大、硫酸銅及び石灰水は比較的効果少なきものの如し。

引用文獻 Literature cited.

1. ARRHENIUS, O.: Kalkfrage, Bodenreaktion u. Pflanzenwachstum. 1926.
2. 樋浦 誠: 粟露菌病に關する續報、病蟲 XVII, 8, 501-507, 1930.
3. 石井豐吉: 粟作に對する灰の効用、農試報 XXX, 95-105, 1905.
4. 板野新夫, 荒川左千代: 本邦耕土の水素「イオン」濃度に就て、大原農研 XVIII, 93-117, 1931.
5. 香川喜六: 日本食糧作物大全、大正十年。
6. 吉川祐輝: 食用作物各論、昭和四年。
7. MELHUS, J. E., VAN HALTERN, F. H., and DONALD BLISS: A study of *Sclerospora graminicola* (SACC.) SCHRÖET. on *Setaria viridis* (L.) BEAUV. and *Zea mays* L. Agr. Exp., Iowa State Coll. Agr. Mechan. Arts. Botany and Plant Pathology Sect. Res. Bull. 111, 1928.
8. 農商務省農務局編纂、日本主要農作物耕種要綱、大日本農會發行、大正二年。
9. 田杉平司: *Sclerospora graminicola* (SACC.) SCHRÖET. の擔子梗、分生孢子及び卵孢子の生理學的研究、農試彙、II, 2, 225-262, 1933.
10. 中央氣象臺年報、氣象表の部、昭和五・六・七年度分。

THE RELATION OF THE ENVIRONMENTAL FACTORS AND
THE TREATMENT OF OOSPORES TO THE INFECTION
BY OOSPORES OF *SCLEROSPORA GRAMINICOLA*
(SACC.) SCHROET.

(Résumé)

(Studies on Nipponese Peronosporales IV.)

Heizi TASUGI

In the previous papers (Jour. Imp. Agr. Exp. Sta. Vol. II, No. 2 & 3), the writer has reported some physiologic characters, the life-history, the pathogenicity and the four physiologic forms of *Sclerospora graminicola*. In the present paper he will report some environmental factors and the treatment of oospores by heat and chemicals concerning the oospore infection, using the physiologic form No. IV of *Sclerospora graminicola* on *Setaria italica*.

I. ENVIRONMENTAL FACTORS

Relation of Soil Temperature to Infection by Oospore (cf. Tables I~III, Fig. 1):—The soil temperatures of 7~10 different classes were made artificially, and the seeds smeared with oospores were sown at the soil depth of about 1 cm.

In this experiment, the infection was seen to be most vigorous at the soil temperature of 20~21 °C. At 23~24 °C. and 18~19.5 °C., the infection took place comparatively well, the minimum and the maximum temperature lying at about 12~13 °C. and 30 °C. respectively. The above mentioned results are seen just to correspond to the relation of the temperature and the germination of the oospore.

From this experiment, it may be considered that, in the field, the degree of the infection by oospores may vary according to the different time of sowing. Basing upon this point of view, an experiment was done, in which seeds of *S. italica* smeared with oospores were sown at eight different times, extending from the spring to the early summer. When seeds were sown during April, the infection was observed to be vigorous; from May onwards it became gradually feebler; thus for instance, on 28th May the percentage of the infection was seen to decrease to only 4 %, and on 27th June no infection at all was seen.

Relation of Hydrogen-ion Concentration of Soil to Infection by Oospores (cf. Table V, Fig. 2):—In the soil of pH 5.20, the infection was seen

to be vigorous, giving the highest percentage. As the pH value became higher than 5.20, it became gradually feebler and at pH 8.14 only 15.96 % was obtained.

Relation of Soil Moisture to Infection by Oospores (cf. Table VI, Fig. 3): — The soil moisture was indicated by the percentage of its water holding capacity and compensated by adding every day the same volume of water, which was lost by the evaporation from the soil as well as the plant.

In the soil of 80 % moisture, the infection was seen to be most vigorous and as the moisture became more or less than 80 % it decreased gradually, though it was observable to be comparatively good under the moisture 50–100 %. When it became higher than 100 %, the infection was seen to be very feeble, owing to the deficiency of free oxygen in the soil. The 40 % moisture was found to be insufficient for the germination of oospores as well as seeds.

Relation of Depth of Seeds in Soil to Infection by Oospores (cf. Table VII): — When the seeds smeared with oospores are sown, their depth under the soil surface had no significant relation to the infection by oospores. In all cases, it occurred luxuriantly, though its percentage, in the case of 0.5 cm. depth, was a little higher than others.

Relation of Situation of Oospores in Soil to Infection (cf. Table VIII): — Oospores and seeds were placed in the soil either at the same or different level. In the former case, the infection was seen to be most vigorous. When oospores were situated above seeds, the greater the distance between them, the feebler the infection and at the distance of 5 cm. no diseased plant was found. When, on the contrary, oospores lay under seeds, the infection was seen generally to be very feeble, for the writer could observe it only once when the distance was 1 cm.: this may be due to the fact that the growth of some fungous mycelia was quick and the condition became equal to the case when seeds and oospores lying at the same level.

From these results, it may be considered that the penetration of the germ-tube of the oospore occurs only at the young shoot of the host plant but not at roots.

II. TREATMENT OF OOSPORES.

Treatment of Oospores by Heat in Relation to Infection (cf. Tables IX, X): — Under dry heating, either 50 °C. or 55 °C., no very significant result was obtained, though by heating at 55 °C. for 3 and 4 hours the percentage of infection was seen to decrease somewhat. Under hot water treatment, however, the influence of the treatment was excellent: at 50 °C. no infection was observed by the treatment of 1–4 hours and at 55 °C. infected plant was found in no cases whatever.

Treatment of Oospores by Chemicals in Relation to Infection (cf. Table XI): — By treating oospores with mercuric chloride, the infection occurred only with 0.01 % solution acting for 1/2-1 hour, and not at all when its concentration was higher. By treating with formaldehyde, 0.1 % and 0.25 % during 4 and 1-4 hours respectively, no infection was obtained. In the case of copper sulphate, the infection was observed in all cases examined though in the treatment with 0.5 % solution it became feebler gradually as the duration increased. Lime water treatment had only slight effect upon the infection even after having acted for 4 hours.

二化螟蛾の夜間活動性に就て

囑託 八 木 誠 政

緒 言

二化螟蛾の夜間の活動性に就ては従來誘蛾燈使用に依り蛾の飛來時刻を調査せる結果を以つて論じたるもの以外、特に夜行性 Nocturnal activity を主とせる研究なきものゝ如し。固より誘蛾燈に飛來する性は、蛾の趨光性の發現に基因するものなるを以て、其の飛來の傾向のみを見て直ちに之を蛾の夜行性なりと斷定し得ざるは云ふをまたざるところ、然し乍ら趨光性の發現は蛾の夜行性の存在によりて始めて可能となる筈なれば、誘蛾燈飛來の傾向は夜行性認識上の暗示となるもの無きに非ず。然りと雖も誘蛾燈は蛾の夜行性を應用せる器具なるを以つて、これを用ひて夜行性の研究をなすは寧ろ逆にして、當然根本となるべき夜行性の研究を行ひ、然る後誘蛾燈使用の適期を知らざるべからず。故に余は二化螟蛾の夜行性を闡明し以つて螟蛾誘殺上の便益に資せんとす。寄與するところあれば幸なり。茲に本研究をなすに當り多大の援助と助言を與へられたる安藤場長並びに木下技師に對し厚く感謝の意を表す。又上遠技師は自己の觀察記錄を示されたり此所に深謝す。

研 究 方 法

蛾の活動を連續的に記録する目的のため自記録裝置を考案したり。其の裝置の機構は第一圖に示す如きものにして、全景は第二十九圖版 1, 2 に掲げたり。

即ち第一圖(A)は蛾を入れるケースにして、其の下部(a)はセルロイドの半球にして中央低部に鉛の球を置く。上部の裁斷面にセロファン(b)を張り、更に此の半球を覆ふに圓筒形のセロファン(c)を以つてし蛾の逸出を防ぎ、

この中を蛾の運動舞臺とせり。(D)は電氣抵抗盤にして、淺き木箱の底に銅板(B)を敷き、其の上面一體に半徑0.3mmの炭素粒(C)を並べ、更に其の上に厚さ0.1mmのアルミニウム板を置きたるものなり。此のアルミニウム板には一縷の巾を置いて切目を入れ、螟蛾の運動に依るケースの振動が一縷毎に異なる板面を壓す場合、電氣抵抗の俄然たる變化を起さしむる如くなしたり。而して此の抵抗盤を通過する電流の變化は之を反射鏡電流計(F)を以つて回轉圓筒(G)に巻きたる感光紙に印畫記録せしめたり。一方B,D間に於ける電氣抵抗の變化を増幅し且つ反射鏡電流計の電流を零となす目的を以つて、Wheatstone bridgeを應用せり、Eは即ち其れを示す。此の電源には4ボルトの蓄電池を使用せり。

次にG圓筒内の回轉筒に巻きたる感光紙の一側に時刻を記録する目的を以つて、Hなるフラツシュ光源を配し、時計Iを用ひて一時間毎に此のフラツシュを明滅せしめたり。其の電源としては電燈用の電流を4ボルト迄Kにて變壓して使用せり。

蛾の活動を記録するに當りては新に發蛾せるものを用ふるに心掛け常に記録開始の夕より24時間以内に羽化せる蛾を使用せり。この蛾をAのbに入るゝに際し、aの底に稻の葉片を數個入れ、其の香氣と水分の一部をステーチ面に穿ちたる孔を通じてケースに侵入せしめたり。

蛾の活動記録は毎日午後五時に開始し、翌日午前五時に終了することゝせり、之れ螟蛾の夜行性記録にはこの時間の範圍にて充分なりと思考せる故なり。

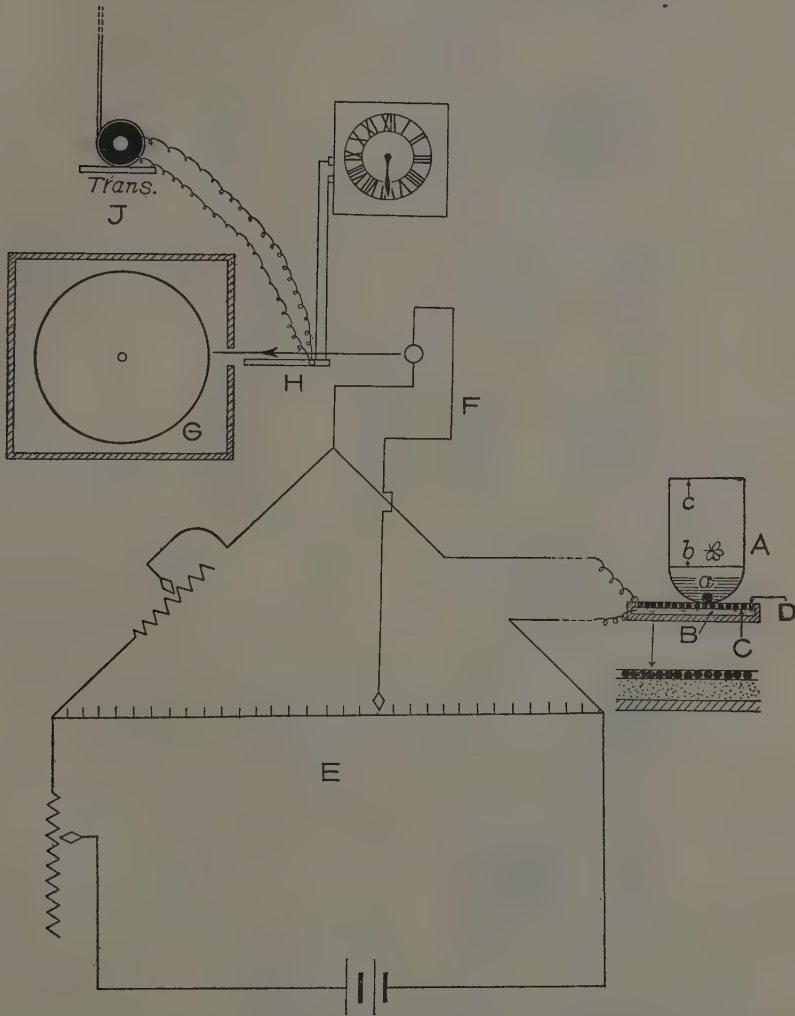
以上の如き装置と方法とを以つて屋外及び屋内に於て實驗記録をなしたり、今其の結果につき次に記さむとす。

夜行性の屋外實驗結果

自記録装置を用ひて記録せる蛾の活動性を見るに、最初は實際の日後後一時間以内に於て運動を開始すれども、其の運動は永續すること少くして中止し、後1,2時間を経て再び活發なる運動をなす。此の際の運動は永續的にして飛躍すること多し。この第二次の運動終れば蛾は靜止し、翌朝日出前1,2時間までは活動せず、即ち夜中を經過せる後、日出前の外光の變

第一圖 螟蛾活動自記録装置の平面圖

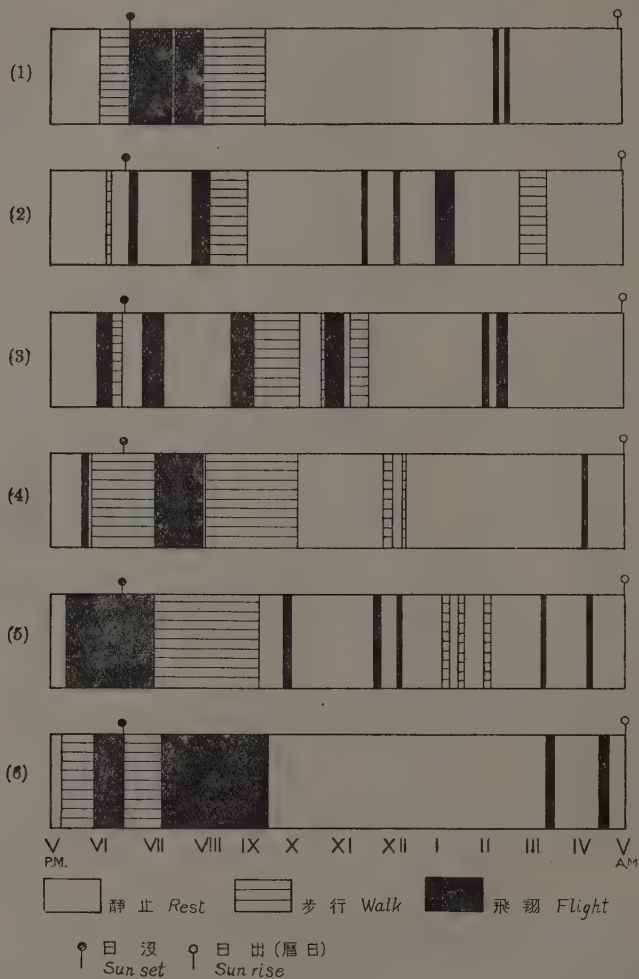
Fig 1. Plan of automatic recording apparatus for moth's activity.



- A. セルロイド及セロファン製遊動函 (Movable case made of celluloid & cellofan)
 a—セルロイド半球 (Hemisphere of celluloid ball)
 b—蛾の活動場 (Stage for moth)
 c—遊動函の外包 (Covering of the case)
 B. 銅板 (Copper plate)
 D. アルミニウム板 (Aluminium plate)
 E. ホイートストン橋 (Wheatstone-bridge)
 F. 反射電流計 (Mirror galvanometer)
 G. 記録回轉筒 (Recording drum)
 H. 時刻記録電燈 (Flash light for timing)
 I. 時計 (Clock)
 J. 變壓器 (Transformer)
 C. 炭素粒 (Carbon grains)

第二圖 螟蛾の夜間活動記録圖型の六例、記録は8月に於ける午後5時より午前5時迄の十二時間とす

Fig 2. - Graphical representation of nocturnal activity of moth from evening to dawn, 5 p. m. to 5 a. m. in August.



- (1) 8月7-8日(August, 7th to 8th)
 (2) 8月8-9日(August, 8th to 9th)
 (3) 8月13-14日月光の影響あり(August, 13th to 14th; effect of moon)
 (4) 8月16-17日此の夜は月明(August, 16th to 17th; moon light night)
 (5) 8月17-18日(August, 17th to 18th)
 (6) 8月18-19日(August, 18th to 19th)

化に刺戟されて蛾は少時の活動を営む、其の回数は時間を置きて二回と認めらるゝもの多し。

如上の結果を招來せる記録の中、昭和8年8月7日以後夕刻より翌朝に亘りて撮影したる6個體の印畫より、其の運動並に時刻を模式圖にて現したるものを示せば第二圖の如く、その中規範的なるは1及び6にして、1及び6の印畫は更に第三十圖版の1及び2に示したり。

暗夜に於ける活動性は既に記せる如く、日没及び日出に關連して夫々2回の活動を認め得れども、月明の夜に於ては、此の定型的活動性を示さず、極めて不規則なり、即ち第二圖の2及び5に見るが如く、其の5は第三十圖版3に示したり。これ螟蛾の夜行性が光の變化に依る刺戟の興奮と適應とに支配せらるゝことを裏書するものと云ひ得べし。

要するに螟蛾の活動は、夕刻に於ける或る程度の明るさと、後或る時間を経て其の夜の暗さの極に達したる時刻附近とに起る。其の原因に關しては光覺器官なる複眼内各部の機能的變化と夜行性との關連狀態を研究する必要あり、此の問題に就ては後日記す所あるべし。

夜行性の室内實驗結果

晝夜に互る光線の變化が夜行性の發現と關係あるは前項に記したる所にて明かなるべし。然るに人工的に環境を明暗の移行狀態たらしめたる場合、蛾の活動が果して前記と類似狀態を現すか否かは室内實驗に俟つの外なし。依りて其の實驗を行ひたり。

先づ一個の雌に就ての記録を記さむ。前夜午後6時以後に羽化したる個體を、午前10時30分に暗室に持來りて自記録裝置中に放ち、暗黒中にて其の後の活動を記録せしめたるに、3時間20分後活動を開始し、57分30秒間連續し、然る後1時間休止して、再び運動を始め、1時間54分20秒間の活動をなし、以後休止狀態に入り翌日に到るも同様狀態をつゞけ後壽命を終れり。其の記録は第三十一圖版1に示したり。

次に一雄に就ての實驗を記さむに、前夜午後6時以後羽化したる個體を前實驗同様午前11時に暗室に持來り、自記録裝置中に放ちて記録せしめたるに、58分4秒の後、8分4秒間活動し、然る後午後6時56分8秒迄休止

し、以後 1 時間 53 分 1 秒間活動せり。此の個體は翌日に到りても活動せず以後靜止を繼續して生命を絶ちたり。其の記録は第三十一圖版 2 に示したり。

以上の實驗は雌雄各一個體に關する記録なれども、單に代表として示したるに過ぎず、他の同様な取扱の實驗に於ても常に明所より暗室に持來したる際は 2 回の活動を營み後靜止して日を繰り返すも再び活動することなし。

前實驗は環境を明より暗に變化せしめたる時の記録なるも、次には其れとは逆に、羽化後暗室に置きたる個體を電燈照明中に取り出し、其の活動を記録せしめたり。先づ午後 6 時以後羽化せる一雌を其の儘暗室に置き、翌午前 10 時 30 分に到りて此れを照明下に置き其の活動を記録せしめたるに、1 時間 16 分 8 秒後、約 2 分間運動し、以後 2 時間 1 分 30 秒間靜止したる後 45 分 1 秒間活動せり。爾後活動を休止し翌日に到りても再び運動せざりき。第三十一圖版 3 は其の記録を示す。次に同様な状態に置きたる一雄を午前 10 時に照明下に於て記録せしめたるに、2 時 22 分 18 秒の後瞬時運動し、28 分 5 秒靜止し、然る後繼續的に 2 時間 36 分 8 秒活動後休止し、以後再び活動せず。其の記録は第三十二圖版 1 に示したり。

以上二種の實驗により環境を明より暗、暗より明に變化することにより蜈蚣をして 2 回の活動を惹起せしむることを明に決定し得たり。此の室内實驗は既に記せる屋外實驗の蜈蚣の活動記録の結果と一致せり。

更に既得の實驗結果を追證せむが爲め、光に對する反應と活動を旺盛ならしむる目的を以つて、外界の溫度より稍高き 31.2°C の一定溫濕度環境中に於て活動を記録せしめたり。此の實驗は同一の雄を用ひたるものにして最初 1 時間暗黒下に置きし後、マツダ電球 100 ボルト、60 ワットにて 1 米の距離より照明し一時間内に起る活動を記録せり。其の記録に依るに、照明開始後 4 分 8 秒 6 にて活動を開始し 3 分 14 秒繼續後休止せるも、8 分 9 秒後再び瞬時運動して以後は休止せり。其の記録は第三十二圖版 2 に示したり。

次に前實驗とは逆の環境を用ひ、1 時間照明下に置き、然る後暗黒となせるに其の結果、蜈蚣は暗黒に入りてより 21 分 17 秒にして活動を開始し、6 分 6 秒間運動の後休止し、19 分 29 秒後再び活動を始め、3 分繼續の後休止す。其の記録は第三十二版 3 圖に示せり。

此等の實驗に於ても亦光の存否に依りて生ずる蛾の活動性は時間置きて2回を數ふるを知り得たり。尙以上遂次の實驗より特に明白に知らるゝ點は、光的環境の移動に際し蛾の活動性が起る迄の時間は蛾が暗より明に移る時短く、明より暗に移行する時は遙に長し。此の事實は暗夜燈火に飛來する趨光性は、先づ光の刺激によりて少時後活動的となり、然る後 Tropicment に移ることを證明するものなり。

結 論

昆蟲は晝夜によりて其の活動に週期性を現はすは既知の事實にして、その週期性を大別して晝行性 (Diurnal activity), 夜行性 (Nocturnal activity) 及び晝夜行性 (Diurnal-Nocturnal activity) となす(1)を得。螟蛾の行動はその分類によれば夜行性に屬す。

昆蟲の夜行性に關する從來の研究を見るに、一時間毎に活動せる蟲數の合計を以つて曲線を畫きたるものにして、其の方法としては地上に匍匐せる個體數を數へ或は誘蛾燈を使用して其れに飛來せる個體數を用ふるもの(2)等種々あり。然れども斯くの如き方法を以つて夜間に於ける全般の活動性を論ずるは其の基礎頗る不完全なりと云はざるべからず。昆蟲の活動性を究めんとせば須らく各種に就き個體毎に連續的の記録を得むことを要す。

余は二化螟蛾の夜行性の研究を開始するに當り、如上の條件を具備せむがため、特に其の活動記録に適合せる自記録装置を工夫し、以つて實驗を完結せり。實驗の結果に見るに、屋外に蛾を置きて記録せしめたるものに於ては、日没後一時間以内に先づ短時の活動を行ひ、然る後一時休止し、2,3時間後再び活動をなすを常とす。此の第二回目の活動は一回目の其れに比し旺盛にして且つ長く連續する傾向を示す。而して此の活動は中夜前に終るもの多し。斯くして夜間を過し。次で曉に臨み2回の活動を營むものなれども、各回の活動時間は極めて短く且つ夜前の二回の活動間隔に比し近接するを常態とす。以上の如く二化螟蛾は光を因子とせる環境に於て、其の存否の移り行きに際し2回の活動をなす。

こゝに於て著者は人爲的に環境を明より暗、暗より明に變化せしめ、蛾の行動が如何に行はるゝかを觀察したるに、自然の環境下に於て見たると

同様に、明暗交互の移行期に際して2回宛の活動を行ふ結果を得たり。

此の2回活動の起る原因に關しては、別に論ずる所あらむも今豫報的に之を記せば、光度の變化に刺激されたる蛾は興奮により最初の活動を起し、次で複眼の網膜細胞内色素粒の移動を生じ、其の窮極に於ける適應完了時に二回目の活動をなすものと如し。

ORLANDO, LOCKETT 及び MYERS (3) 等は森林内に棲息する甲蟲14種の夜行性を毎時活動せる蟲數の合計法に基き研究せり。其の中 *Boletotherus cornutus* PANZ 及 *Liodes blanchardi* LEC の活動性は夜間に於ける比較濕度の高低と並行し溫度とは逆の關係を示したり。而して前種は偶然日没後2回日出前2回の活動旺盛期を示したれども、そは全く比較濕度に關連せる行動にして、二化螟蛾に見る光環境の展移に支配さるゝものとは同日に論じ得ざるものなり。

要するに二化螟蛾の夜行性は光的環境の變化により變化の境界を起點として二回の活動を現すものにして一夜に四回の活動をなすものと云はざるべからず。

要 結

1. 二化螟蛾は晝間靜止し、日没後より中夜迄の間に2回の活動を行ひ、靜止して中夜を過し、日出前に到りて再び2回の活動を行ふを常則とす。
2. 1.の活動性は月明の夜に在りては不規則となる。
3. 蛾を定溫定濕の暗室内に置き、人爲的に明より暗、暗より明に變化せしむる際は、其の光的環境の變異を動起として2回宛の活動を行ふ。
4. 光的環境の變化に伴ひ蛾の活動を誘致する機構は、蛾の複眼内に於ける暗適應及び光適應の開始及び完成期に於ける神經の興奮なるが如く思はる。

引用文献 Literature Cited

1. ORLANDO, P. LOCKETT, J. A. & MYERS, D. J. : Studies in nocturnal Ecology with special reference to climax forests. Ecology, 12 : 709-772, (1931)
2. KABURAKI, T. & KAMITO, A. : Attraction of the rice borer moth to light at different periods. Journ. Coll. Agric. Imp. Univ. of Tokyo, 10 : 151-158, (1929)
3. ORLANDO, P. & KELLER, J. G. : Studies in nocturnal Ecology, II. Preliminary analysis of activity rhythm in nocturnal forest insects. Ecology, 13 : 335-346, (1932)

ON THE NOCTURNAL ACTIVITY OF MOTH OF
CHILO SIMPLEX BUTLER

Nobumasa YAGI

An insect possesses the periodicity in the manifestation of activity according to day and night. The periodicities of activity may be divided into Diurnal activity, Nocturnal activity, and Diurnal-Nocturnal activity. According to the above classification, moth of *Chilo simplex* belongs to the one that manifests nocturnal activity.

In reviewing the researches in nocturnal activity of an insect that have been made hitherto, I find that some author counts up the number of insects that are active in every one hour and indicates it by a graphic curve, whilst some discusses the activity of an insect by basing his argument on the total number of insects that gather around the light trap which he uses for the purpose. I find that it is far from being sound in the basis of argument to use such a method as counting the total number of insects that are active in every one hour, to discuss the whole activities of insects at night. To study the activities of every kind of insect, a continuous records of the activities of every male and female of one species are required. I have, therefore, studied the nocturnal activity of moth of *Chilo simplex* with a self-registering equipment, which I devised specially for the purpose. The result of my study proved that the moth which I placed in the open air to have its activity registered, it became active for the first time in an hour after sundown and continued its activity for a short duration of time and it stopped. It usually becomes active again one or two hours later. This second activity is more vigorous than that of the first and showed a tendency to continue for some length of time, and this activity ceases mostly before midnight. It passes the night in this way, and it becomes active twice towards dawn, but each one of these activities lasts but a short time, and when compared with two activities of previous night, I always find one closely following the other.

In the surroundings in which light is a factor, I find the moth of *Chilo simplex* becomes twice active at the time of transition of light from presence to absence of light. Accordingly, I had the surroundings changed artificially from the light to the dark and vice versa and watched the behaviour of the moth. I observed that it became twice active at the time of change from the light to the dark the same as it was seen in natural surroundings. What causes these two activities will be discussed at some other time. I will give here as a preliminary report that the moth, being stimulated by the change of intensity of light, which causes it to get excited and forces it to starts its first activity. Next, it is assumed that the pigment granules in the Reticular cell of the compound eyes is induced to

move and at the final accommodated completion stage, i.e. dark or light adapted, it starts the second activity.

Formerly, ORLANDO, LOCKETT, and MYERS, who made studies of nocturnal activity by observing the number of insects that are active in every one hour, indicated that *Boletotherus cornatus* PANZ performed two activities after sundown and two before sunrise, but these were wholly influenced by relative humidity in the atmosphere at that time. Therefore, the cause is entirely different from the activity of moth of *Chilo simplex* that we have treated. In fine, it must be said that nocturnal activity of moth of *Chilo simplex* manifests the periodicity in its activity according to the light surroundings.

圖 版 説 明

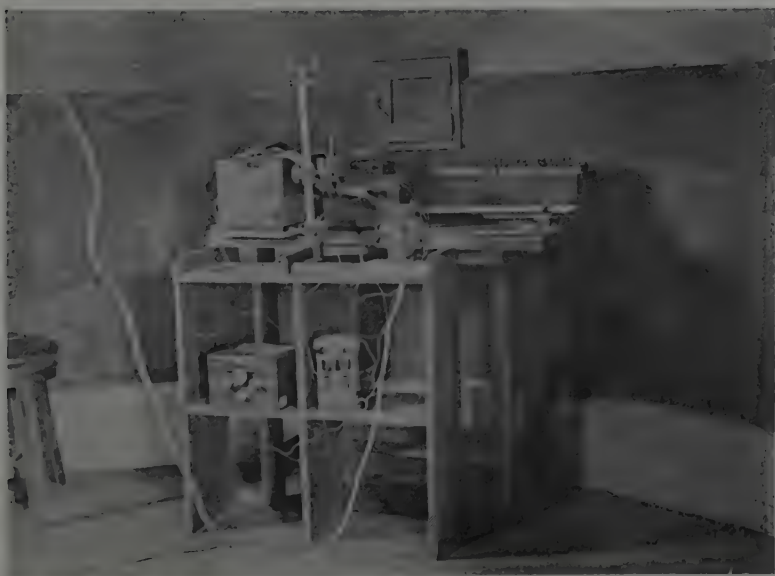
- 第二十九圖版 1 自記装置の屋外部分。 2. 自記装置の屋内部分。
- 第三十圖版 1. 一雌の夜間活動記録, 8月7日午後5時乃至8日午前五時。
2. 一雌の夜間活動記録, 8月13日午後5時乃至14日午前5時。
3. 一雌の月明夜間活動記録。
- 第三十一圖版 1. 羽化後6時間經過後の一雌の暗室内に於ける12時間活動記録。act 1 及 act 2 は各二回の活動時を示す。
2. 羽化後16時間を経過せる一雌の暗室内に於ける 12 時間活動記録。act 1 及 act 2 は各二回の活動時を示す。
3. 羽化後17時間を経過せる一雌の照明室内に於ける12時間活動記録。act 1 及 act 2 は各二回の活動時を示す。
- 第三十二圖版 1 羽化後12時間を経過せる一雌の照明室内に於ける12時間活動記録。act 1 及 act 2 は各二回の活動時を示す。
2. 1 時間暗室内に放置後, 温度 31°C の照明室内に置く一雌の 1 時間活動記録。act 1 及 act 2 は活動時刻を示す。
3. 前の蛾を再び暗室に戻した後の 1 時間活動記録。act 1 及 act 2 は活動時を示す。

EXPLANATION OF PLATES

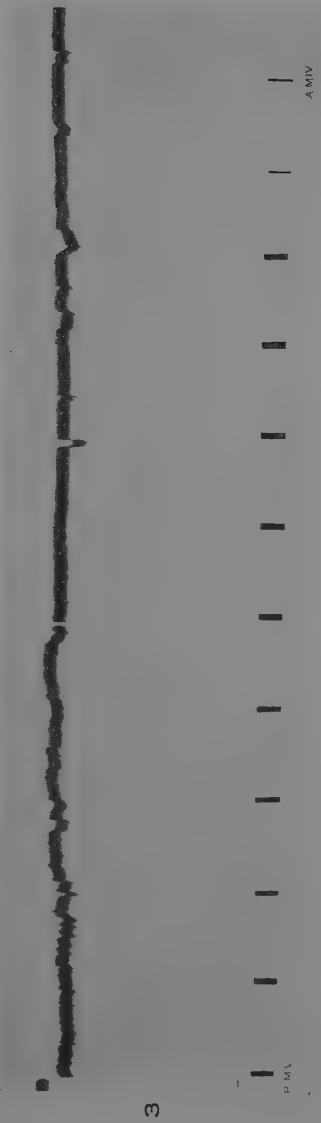
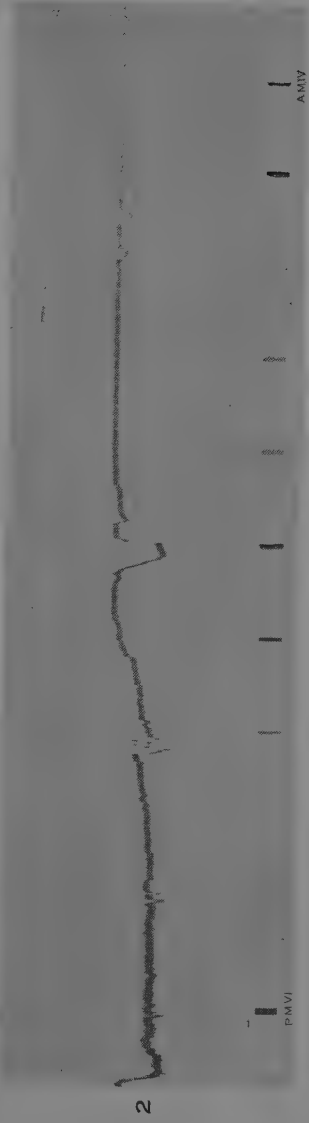
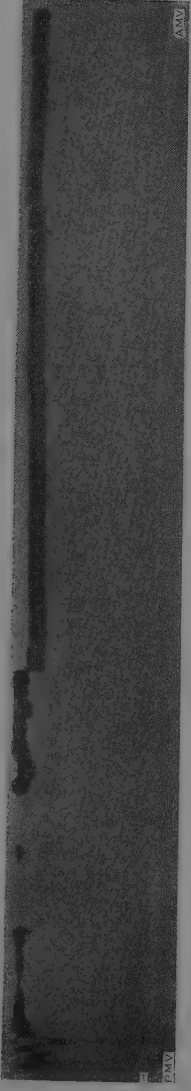
- PLATE XXIX. 1. Out door setting of the recording case
2. Indoor setting of the recording apparatus.
- PLATE XXX. 1. 12 hours record of a female activity at night, 7th to 8th, August
2. Record of a male activity at night, 13th to 14th, August.
3. Record of a male activity at moon light night.
- PLATE XXXI. 1. 12 hours record of a female activity in the dark room after 6 hours elapsed from emergence. It shows two activities (act. 1 & act. 2) in the day time.
2. 12 hours record of a male activity in the dark room after 16 hours elapsed from emergence. It shows two activities (act. 1 & act. 2).
3. Record of activity of a male in the room with light after 16 hours elapsed from emergence. It shows two activities (act. 1 & act. 2).
- PLATE XXXII. 1. Record of 12 hours of a female activity in the light lit room, after 16 hours elapsed from emergence. It shows two activities (act. 1 & act. 2).
2. One hour recording of activity of a male in a room (31°C) with light after 1 hour elapsed in the darkness. It shows two activities (act. 1 & act. 2)
3. One hour recording of the moth noted above in a dark room after 1 hour exposure to light. It shows two activities (act. 1 & act. 2).



1

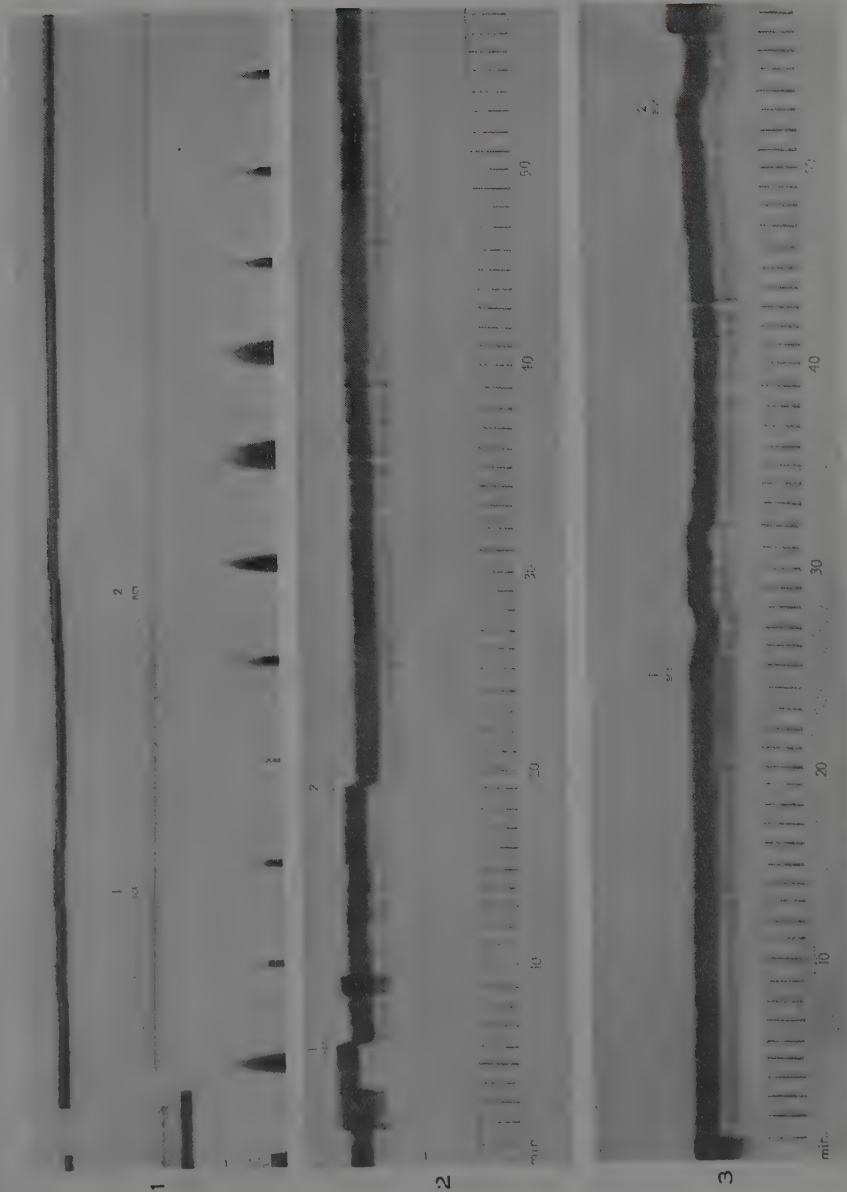


2



YAGI





二化螟蟲及び三化螟蟲幼蟲の外部性徴 並に第九・十兩腹節間の境界線に就きて

囑託 八 木 誠 政

技師 河 田 黨^{テウ}

緒 言

二化螟蟲及び三化螟蟲の幼蟲時代に於ける性別を外觀より可及的早期に鑑別することは、精密を要する生理、生態學的研究、その他諸種の實驗上に於いて屢必要とする所なるも、未だ之を究明せるものなきが如し。著者等は如上の見地に基き研究の結果、スンプ法(鈴木式萬能顯微印畫法)を利用して、兩種螟蟲の第一齡並にその次後の發育過程にある幼蟲に於ける性徴を検出せり。その結果既知蠶兒の性徴とその趣を異にせるを見出したり。よつて鱗翅類諸科に亘る多種の幼蟲につき比較検討すると同時に、性徴に密接の關係ある第九・十兩腹節間の境界線に關する考察を試み、些か知見を得たるにより、併せて茲に報告せんとす。

本研究をなすに當り、懇切なる指導を賜はれる木下技師、各種有益なる助言を與へられたる東京帝大講師農學博士石渡直人氏、郡是製絲株式會社技師三谷賢三郎氏に對し厚く感謝の意を表す。

性 徴 の 検 出

鱗翅類幼蟲に於ける兩性の外觀的區別は石渡博士[3]が蠶に於いて發見せられたるを以つて嚆矢となす。即ち氏はヘロルド腺及石渡腺(前腺と後腺と各1對)の陷入痕が皮膚表面に凹點となつて現はれ、又之等兩腺が皮膚下に透視せらるゝこと、而してヘロルド腺は雄性の、石渡腺は雌性の標徴なることを報告せり。爾後是等の標徴は比較的大形なる鱗翅類幼蟲に於ける通有性なること明かとなり、比較的容易にその雌雄を鑑別し得るに至れり。之に反して、微小なる幼蟲、若しくは大形幼蟲の微小なる時代に在つては、如上の陷入痕極めて壓徴にして、加ふるに、兩腺を構成せる組織の透

明なるにより、直接鏡下に之を検出すること頗る難事とするところなりしが、最近三谷及び増井兩氏[7]はスンプ法(鈴木式萬能顯微印畫法)の利用によつて、蠶兒第一齡蟲に於いても尙よく兩腺の陥入痕を検出し得ることを見出せり。この結果は一般に微小なる幼蟲の場合に於いても亦性別可能なべきを暗示せるものと云ふべし。著者等も亦同様の所見の下にスンプ法を採用して、二化螟蟲及び三化螟蟲幼蟲の性徴を検出したるものにして、その結果石渡前腺の陥入痕に相當する凹點は蠶に於けると殆んど同様の位置に存するも、同後腺並にヘロルド腺の陥入痕と推定せらるる凹點は蠶に於けるとその所在を異にするを見出したり。よつて是等の凹點が眞に前記陥入痕に相同のものなるか否かを決定せんが爲、次に列舉せるが如き鱗翅類諸科を代表する幼蟲に就きて比較研究を試みたり。即ち

1. スカシバ科(透翅蛾科)	Aegeriidae	コスカシバ	<i>Conotia hector</i> BUTLER
2. スガ科(巢蛾科)	Hyponomeutidae	オホボシオホスガ	<i>Hyponomeuta polystictus</i> BUTLER
3. マヒコガ科(舞小蛾科)	Heliodinidae	カキノミムシ	<i>Kakivoria flavofasciata</i> NAGANO
4. バクガ科(麥蛾科)	Gelechiidae	サクラキバガ	<i>Compsolechia metagramma</i> MEYRICK
5. ボクトウガ科(木蠹蛾科)	Cossidae	ボクトウガ	<i>Holcocerus vicarius</i> WALKER
6. ハマキガ科(葉捲蛾科)	Tortricidae	チャノハマキ	<i>Homona menciaria</i> WALKER
7. ヒメハマキガ科 (姬葉捲蛾科)	Eucosmidae	クリミガ	<i>Cydia splendana</i> HÜBNER
8. マダラガ科(斑蛾科)	Zygaenidae	ミノウスバ	<i>Pryeria sinica</i> MOORE
9. カギバ科(鈎翅蛾科)	Drepanulidae	クロスデカギバ	<i>Oreta calida</i> BUTLER
10. タテハテフ科(蛱蝶科)	Nymphalidae	ヒオドシテフ	<i>Vanessa xanthomelas japonica</i> STICHEL
11. シロテフ科(粉蝶科)	Pieridae	モンシロテフ	<i>Pieris rapae</i> LINNAEUS
12. スズメガ科(天蛾科)	Sphingidae	エビガラスズメ	<i>Herse convoluti</i> LINNAEUS
13. トガリバ科(尖翅蛾科)	Cymatophoridae	マユミトガリバ	<i>Polyploca arctifennis</i> BUTLER
14. シャチホコガ科(天社蛾科)	Ceruridae	モンクロシャチホコ	<i>Phalera flavescens</i> BREMER et GREY
15. シャクトリガ科(尺蠖蛾科)	Geometridae	ハスオビエダシヤク	<i>Comptosia simplex</i> BUTLER
16. ヤママユガ科(天蠹蛾科)	Saturniidae	クスサン	<i>Dicystoploca japonica</i> BUTLER
17. カヒコガ科(家蠹蛾科)	Bombycidae	カヒコ	<i>Bombyx mori</i> LINNAEUS
18. イボタガ科(水蠹蛾科)	Brahmaeidae	イボタガ	<i>Brahmaea japonica</i> BUTLER
19. ヒトリモドキ科(擬燈蛾科)	Callimorphidae	サラサヒトリ	<i>Camptoloma interiorata</i> WALKER
20. ヒトリガ科(燈蛾科)	Arctiidae	ゴマダラキコケガ	<i>Stigmatophora flava</i> BREMER et GREY
21. ヤガ科(夜蛾科)	Noctuidae	ヨタウムシ	<i>Barathra brassicae</i> LINNAEUS
22. ドクガ科(毒蛾科)	Liparidae	スギドクガ	<i>Orgyia pseudabietis</i> BUTLER

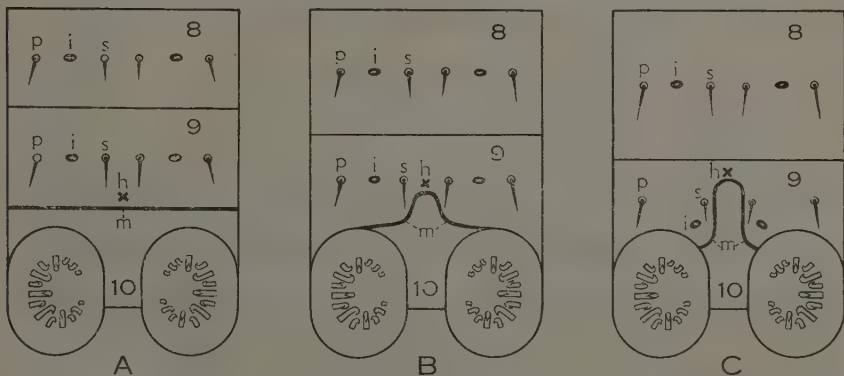
以上検出の結果、ヘロルド腺及び石渡後腺の陥入痕は、從來豫想せられたるが如く、恒に第九腹節前縁より一定の距離に存在するものに非ずして、種類によりて著しき移動あり、而してこの移動は第九・十兩腹節間の腹面境界線の移推に相關的關係を有することを知得せり。今叙説の便宜上、先づ後者に就きて記述せん。

第九・十兩腹節間の境界線

鱗翅類幼蟲の腹節を見るに、第一腹節より第八腹節に至る各節の腹面には前縁並に後縁に沿ひ1列の筋肉附着點を横列す。換言すれば、各環節の境界線は前環節に屬する筋肉附着點列と、後環節に屬する筋肉附着點列との相近接せる2點列の間にあり。それ故に、今問題の兩腹節に屢見るが如き、互の境界線不明瞭なる場合、偶々この2點列を見出し得たりとせば、之を以つて該境界線なりと認定するも毫も不合理ならさるべし。よつて著

挿圖 鱗翅類幼蟲第八乃至第十腹節腹面模式圖

Text-fig. Ventral surface of the 8-10th abdominal segments of the larvae of rice borers and other lepidoptera.



- A. スカシバ・スガ・マヒコガ・ボクトウガ・メイガ・マダラガ科の形式に屬す。
Aegeriidae, Hyponomeutidae, Heliodinidae, Cossidae, Pyralidae and Zygaenidae.
- B. バクガ・ヒメハマキガ・ハマキガ・カギバ・タテハテフ・シロテフ科の形式に屬す。
Gelechiidae, Tortricidae, Eucosmidae, Drepanulidae, Nymphalidae and Pieridae.
- C. スズメガ・トガリバ・シヤチホコガ・シヤクトリガ・ヤマユガ・カヒコガ・イボタガ・ヒトリモドキ・ヒトリガ・ヤガ・ドクガ科の形式に屬す。
Sphingidae, Cymatophoridae, Ceruridae, Geometridae, Saturniidae, Bombycidae, Brahmaeidae, Callimorphidae, Arctiidae, Noctuidae and Liparidae.

者等は、斯る場合にはこの點列を以つて兩腹節間の境界線と見做し、前出諸科の幼蟲につき該境界線の吟味を行ひたり。結果を綜括すれば次の如し。

二化螟蟲及び三化螟蟲等のメイガ科、並にスカシバ・スガ・マヒコガ・ボクトウガ・マダラガ等の諸科にありては第九・十兩腹節の境界線は頗る明瞭にして、その前後兩側には筋肉附着點列を並走し、殆んど屈曲するこ

となく全腹面を横走す(挿圖A及び第三十三圖版第1-4圖m)。然るにバクガ・ヒメマキガ・カキバ・タテハテフ・シロテフ等の科に於いては、該境界線は腹面中央附近に於いて稍々分明を缺き、點列のみ明瞭にして、少しく前方、即ち第九腹節の方へ突入す。然れども同節刺毛 σ を超えて前方にまで侵出することなし(挿圖B及び第三十三圖版第5,6圖m)。次に前表第12のスズメガ科より第22ドクガ科に至る諸科にありては、境界線は全線明瞭ならずして、點列のみ分明、而して中央に於いて著しく前節に突入し、前記刺毛 σ の間を経て更に前方に進出し(挿圖C及び第三十三圖版第7,8圖m)、特にドクガ科に於いては第九腹節の殆んど前縁の近くに到達せり。

以上を要約すれば、鱗翅類幼蟲の第九・十兩腹節間の境界は常に直線的のものにあらず、「科」によりて種々の程度に前方に突出し、その程度は、大體比較的進化の程度低き科より高等なるに従ひ著しくなる傾向あり。

ヘロルド腺陥入痕

ヘロルド腺陥入痕の存在は、既記の如く、雄性の特徴にして、蠶にありては第九腹節の腹面正中線上、前縁に近く位置す(第三十三圖版第7圖h)。然るに二化螟蟲及び三化螟蟲に於いては、如上の場所には何等の標徴なく、却つて同線上後縁の近くに該陥入痕に似たる1凹點を見る(第三十三圖版第1,3圖h)。かく兩者の間に著しき位置上の相違ありしにより再び前表に示したる材料を使用し、凹點の所在を比較せり。次に第九腹節腹面に生ぜる刺毛並に同節前後縁を對照して該凹點の位置を指示すべし。

先づ凹點と刺毛との位置關係を見るに、一般鱗翅類幼蟲に於ける凹點は第九腹節腹面上、刺毛 σ を結ぶ直線を境として、夫より後方に在るものと(挿圖A,B)、夫より前方に位するもの(挿圖C)とに二大別せらる。即ち前表第1スカシバ科より第11シロテフ科に至る Tineina, Tortricina, Psychina 及び Papilionina 等、比較的進化の程度低き主科に含まるる總ての「科」は前者に屬し、而して之等の中、ハマキガ・カギバ・タテハテフ・シロテフ科に於いては凹點は該線の直後に位し(挿圖B, 第三十三圖版第5圖h,s)、バクガ・ヒメハマキガ等の諸科にては少しく、スカシバ・スガ・メイガ・マダラガの諸科にては著しく後方に偏在す(挿圖A及び第三十三圖版第1,3圖h,s)。又後者に隸するも

のは第12スズメガ科より第22ドクガ科に至る、即ち比較的進化の程度高き *Cerurina*, *Noctuina* の兩主科に含まるる總ての「科」にして、凹點は該線よりも常に前方に偏在し(挿圖C及び第三十三圖版第7圖 h,s)、就中ドクガ科に於いては殆んど第九腹節前縁に近接せり。

次に凹點と第九腹節後縁との關係位置を討究するに、凹點は該環節後縁の彎入程度少きもの程後方に位し、その程度大なるに従ひ前方に偏位す。

之を要するに、問題の凹點は恒に第九腹節後縁の近くに存在するものにして、該環節彎入すれば、それに従つて前縁の方へ移推し、その見掛の位置を變ず。よつて蠶兒の如く、該環節後縁の彎入深きものに於ける凹點、即ちヘロルド腺陷入痕は、前縁に近在するも、二化螟蟲及び三化螟蟲の如く、同環節の後縁彎入せず、直線的なるものに在つては、當然後方に所在して、蠶兒ヘロルド腺陷入痕と相同の位置を占む。之によつて螟蟲に於ける凹點は明かに蠶兒に於ける該陷入痕と同定せらるべきものなり。同様に上叙の各科に見たる凹點も亦ヘロルド腺陷入痕に外ならざるを知る。

ここに於いて二化螟蟲及び三化螟蟲のヘロルド腺陷入痕を見るに、該痕は前述の如く、第九腹節腹面正中線上後縁に近く位置し、前者にありては常時は第九・十兩腹節間の皺内に隠され、他の鱗翅類に比して稍々大きく、複雑に屈曲せる小皺の集成せるが如き觀を呈し(第三十三圖版第1圖 h)、後者に於いてはその大きさも小さく、餘り多くの小皺を有せずして、殆んど單なる小孔として檢出せらる(第三十三圖版第3圖 h)。而して二化螟蟲に於いては該陷入痕は既にその第一齡期に於いてよく之を檢知し得るものなり。

石渡腺陷入痕

石渡腺陷入痕の存在は、雌性の特徴にして、1對づつの前腺及び後腺陷入痕より成り、前者は蠶にては第八腹節腹面の左右に見出され(挿圖C及び第三十三圖版第8圖 i)、後者は田中博士〔9〕並に三谷及び増井兩氏〔7〕によれば、第十腹節腹面兩側に存在すとなす。而して二化螟蟲及び三化螟蟲幼蟲に於ける前腺陷入痕は、蠶に於けると全く同位置に檢出せられ、明かにそれと同定し得らるるも、後腺陷入痕は第十腹節に該當すべき標徴なく、却つて第九腹節腹面の左右にそれと思はるる明瞭なる凹點あり(第三十三圖

版第2,4圖i)。よつて之が果して石渡後腺なるか否かを決定せんが爲め、前同様、諸科の幼蟲を比較研究せるに、次の事實を闡明したり。

メイガ科その他既記の如き、第九腹節後縁の直線的なる幼蟲に於ては、石渡後腺陷入痕は第九腹節上に存在すること極めて明瞭に看取せらるるも、該節の彎入せる幼蟲にありては、筋肉の附着點列を追跡し、如上兩腹節間の境界線を確認するにあらざれば、その何れに存するかを決定すること能はず。而して著者等の判斷によれば、一般鱗翅類幼蟲の後腺陷入痕は第九腹節上に存するものにして、蠶に於いても亦同様なること挿圖C及び第三十三圖版第8圖に見るが如し。即ち兩環節間の境界線たる筋肉附着點列(m)は、中央にては著しく前方に突出するも、兩側に於いては後腺陷入痕(i)の後方を廻りて半圓を描き、明かに之が第九腹節に屬することを認知し得。之によつて從來後腺陷入痕は第十腹節に在りとなせるは謬見なこと明なり。

最後に二化螟蟲及び三化螟蟲幼蟲の石渡腺陷入痕を見るに、前腺陷入痕(第三十三圖版第2,4圖i)は第八腹節、後腺陷入痕(第2,4圖i)は第九腹節に所在し、共に刺毛 σ と π との中間、僅かそれより後方に寄り、塵微なる凹點として發見せられ、その周圍は二化螟蟲にては圓形を、三化螟蟲にては扁橢圓形を呈し皮膚面の彫刻を缺き平滑なり。而して二化螟蟲の若齡蟲に在りては、この部は凹點をなさず、單に周圍の皮膚彫刻を缺くのみなり。

尙ほ三化螟蟲の若齡蟲は材料を有せざりしにより、之を闡明するを得ざしは著者等の頗る遺憾とする所なり。

摘 要

1. 本研究は二化及び三化螟蟲幼蟲の雌雄を外觀的に可及的早齡期に鑑別せんことを期したるものにして、この鑑別は、精密を要する諸種の實驗學的研究に屢必要なりと思惟す。

2. 性別標徴なるヘロルド腺(雄)及石渡腺(雌)陷入痕の檢出にはスンプ法(鈴木式萬能顯微印畫法)を應用せり。

3. 蠶兒に於ける雄性標徴なるヘロルド腺陷入痕は第九腹節腹面の正中線上、前縁の近くに存在すること既に知られたることなるも、螟蟲にては該陷入痕は該節後縁の近くに見出さる。

4. 鱗翅類幼蟲 22 科に亘る精密なる比較研究の結果によれば、進化の程度低き科に於ては第九腹節及び第十腹節の境界線は顯明にして且直線的なるも、その程度高き科にありては、該境界線はその中央に於て前方即ち第九腹節の方に突入す。而してこの突入は高等なる科に至るに従つて著し。

5. ヘロルド腺陥入痕は恒に第九腹節後縁の近くに存在す。然れども前記の突入ある場合はそれに伴ふて前進す。

6. 雌性幼蟲に於ては、石渡前腺は第八腹節に於て刺毛 σ と π との間に、同後腺は第九腹節に於て同じく σ と π との間に存す。然るに同後腺は、從來蠶に於て第十腹節に存すと信ぜられたるも、これ恐らく第九及び第十腹の境界線の誤認に基くものなるべし。一般に鱗翅類の高等なる科の幼蟲にありては該兩環節の境界は不明となるが故に、此場合は 2 列の筋肉附着點を以つてその境界なりと認定するを要するものとす。

引用文獻 Literature Cited

1. FRACKER, S. B.: The Classification of Lepidopterous Larvae. Illinois Biological Monographs, Vol. II, No. 1, 1914.
2. HEROLD: Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge, 1815.
3. 石渡繁胤: 蠶の雌雄, 附 蠶の變態, 京都 蠶事報告, 18, 1910, pp. 249-288, Pls. I-IV.
4. 一: 蠶兒雄の特徵に就て, 大日本蠶絲會報, 404, 1925, pp. 849-850.
5. 一: 鱗翅目幼蟲の雌雄鑑別に就て, 動物學雜誌, XXXVIII, 1926, pp. 31-33.
6. 加藤和一郎: 蠶兒雌雄鑑別の研究, 大日本蠶絲會報, 282, 1915, pp. 693-696.
7. 三谷賢三郎, 増井浩: 家蠶 (*Bombyx mori*, L) 幼蟲皮膚の機構に就ての研究, 鈴木式萬能顯微印畫法應用に依る觀察, 1932.
8. スンプ同好會 フンプ法(鈴木式萬能顯微印畫法), 1932.
9. 田中義麿 蠶體解剖學講義, 上卷, 1928.

圖版説明 Explanation of Plate 第三十三圖版 Plate XXXIII

二化螟蟲・三化螟蟲その他 2 種鱗翅類幼蟲第八乃至第十腹節腹面
Ventral surface of the 8-10th abdominal segments of the larvae of rice borers and other lepidoptera.

1. 二化螟蟲 *Chilo simplex* BUTLER 合; 2. 同上 Ditto ♀; 3. 三化螟蟲 *Schoenobius incertellus* WALKER 合; 4. 同上 Ditto ♀; 5. チャノハマキ *Homona menciaana* WALKER (Tortricidae) 合; 6. 同上 Ditto ♀; 7. カヒコ *Bombyx mori* LINNAEUS 合; 8. 同上 Ditto ♀.

略字解 Abbreviation

8-10 第八乃至第十腹節 8-10th abdominal segments; h ヘロルド腺陥入痕 Herold's gland; i 石渡腺陥入痕 Ishiwata's glands; m 筋肉附着點列 row of attaching points of muscles which indicates the caudal margin of the 9th abdominal segment; p 刺毛 π seta π ; s 刺毛 σ seta σ .

ON THE SEXUAL CHARACTERISTICS VISIBLE ON THE BODY
OF THE RICE BORERS *CHILO SIMPLEX* BUTLER AND
SCHOENOBIVS INCERTELLUS WALKER

Nobumasa YAGI and Akira KAWADA

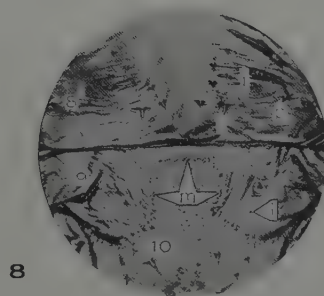
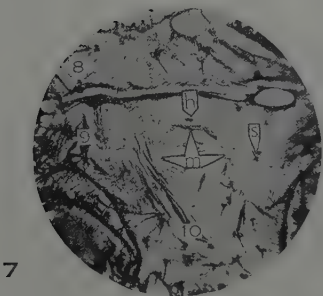
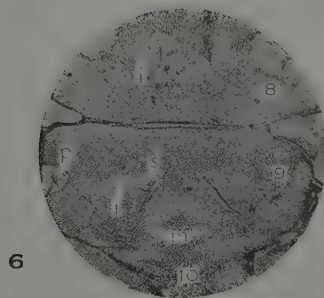
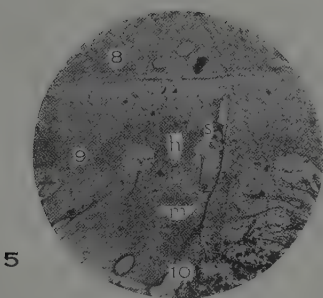
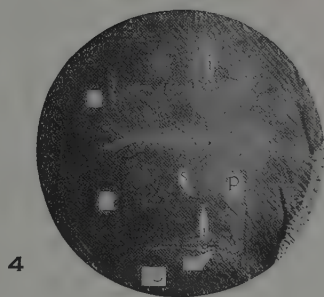
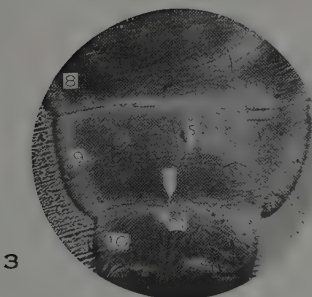
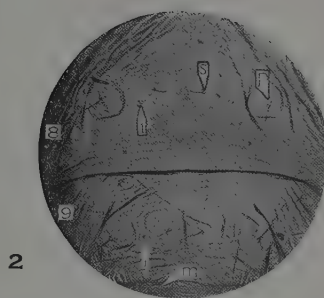
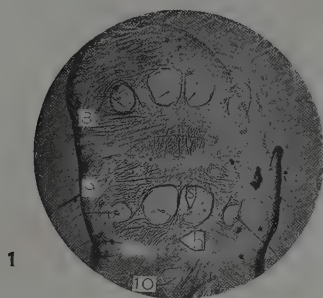
1. The aim of the present study is to distinguish externally the sexual difference of the larvae of *Chilo simplex* BUTLER and *Schoenobius incertellus* WALKER at the earliest stage, and this is often found necessary in various experimental work in which accuracy is required.

2. With the aid of SUZUKI's Universal Microprinting Method, the scars of the invagination of the sexual glands (HEROLD's gland in the male and ISHIWATA's glands in the female) can be detected on the skin of the larvae of these borers.

3. In the male larvae of *Bombyx mori* LINNAEUS the scar of the invagination of HEROLD's gland is located near the anterior margin of the ventral side on the median line of the 9th abdominal segment (Pl. XXXIII, Fig. 7; Text-fig. C), but in the male larvae of borers noted above the scar is situated close to the posterior margin of the 9th abdominal segment (Pl. XXXIII, Figs. 1, 3; Text-fig. A).

4. A close examination of the larvae of twenty-two families of Lepidoptera shows that the relative position of the scar is always close to the posterior margin of the 9th abdominal segment, and in the lower group of families of Lepidoptera, the line of demarcation between the 9th and the 10th abdominal segments is almost straight and conspicuous (Pl. XXXIII, Figs. 1, 3; Text-fig. A), but in the higher group this line juts out into the 9th abdominal segment at the middle part and the degree of such a projection is noticeable (Pl. XXXIII, Figs. 5, 7; Text-figs. B, C). Accordingly, in the higher groups such as Liparidae, Noctuidae, Arctiidae, Callimorphidae, Brahmaeidae, Bombycidae, Saturniidae, Geometridae, Cymatophoridae and Sphingidae, the scar moves forward in conformity with the degree of projection. Hence, the scars on *Bombyx mori* LINNAEUS and the borers are found in different positions as noted above.

5. In the female larvae of the borers, the scar of the invagination of ISHIWATA's anterior and posterior glands are found between the setae σ and π —anterior pair on the 8th abdominal segment and posterior pair on the 9th (Pl. XXXIII, Figs. 2, 4, 6, 8; Text-figs. A, B, C). In the higher groups, the line of demarcation between the 9th and the 10th abdominal segment is obscured. In this case the authors accepted that the two rows of attachment discs of muscles are the line of demarcation between the two segments aforementioned. These scars of the posterior gland are always situated on the 9th abdominal segment in all Lepidopterous larvae. Dr. Y. TANAKA and Messrs. K. MITSUTANI and H. MASUI state that the scars of the posterior glands are situated on the 10th abdominal segment but they evidently erred in finding the true line of demarcation.



温室植物の害虫ヒメナカモノアラガヒ

Succinea horticola REINHARDT の生活史

囑託 岡田彌一郎

昭和三年五月、横濱市中區中村町なる横濱植木株式會社に於て、本種が温室栽培植物、殊に躑躅未成の新芽又はベコニア、バナマ草等の根を食害するを聞く。依つて其生活史を知らんが爲め、爾來約2ヶ年間、其の觀察を繼續し、大略を知り得たるを以て、茲に報告せんとす。記述の順序は前報告ヲキナハウスカハマイマイ¹⁾と比較せん爲め、ほど同一にせり。本種飼育觀察に就ては、元本場員岩本嘉兵衛氏に負ふ所多く、茲に其の勞を謝す。尙ほ本種の學名査定は、京都帝國大學理學部地質學教室の黒田徳米氏によりなされたるものにして、茲に同氏の好意を深謝す。

(1) 飼育及び觀察の方法

本種の飼育及び觀察は、總て飼育室内にて行ひ、飼育器としては、圓形の硝子器(徑9cm 高2cm)を用ひ、各器には約6-8mmの深さに土砂を充し、斯々之に給水して適當の濕氣を保たしめ、飼料には、毎日新鮮なる白菜、大根、蕪菁等の葉を與へたり。而して幼時期には、數頭を一容器に入れたるも、相當の大さに達したる頃より交尾期に至るまでは1頭づつに分離したり。尙ほ交接後は、直ちに分離して、産卵、食性其他の經過を觀察せり。

(2) 幼貝及び成貝の記載並びに季節史

記載 成貝(第三十四圖版第1圖)の貝殻は鼈甲色を呈し、口縁は稍厚きも、他の部は薄くして脆し。軟體部は淡黃色にして、背面には黒斑を存し、觸角は黒く、其の頂點に存在する眼も眞黑色を呈す。

幼貝は孵化後數時間は白色なるも、時を経るに従ひ次第に淡黃色となり、

1) 岡田彌一郎 1929, 農事試験場彙報第一卷第一號頁101-106.

其の他軟體部は、成體と略ぼ同じ標徴を示すに至る。

季節史 幼貝は次第に増大し、その長徑凡そ10-12mmに達するに至れば、性的成熟期に入りて交尾を開始し、八月中旬に於て第一回の産卵をなし、後越冬し、次年六月初旬に於て、第二回の産卵をなす。産卵後の親貝は八月下旬より十月頃にかけて次第に死し、十一月頃に至れば殆んど生存するものなし。即ち本種の生命は約1年半と見做す可きならん。

(3) 性的成熟期

本種の六月下旬に孵化したるものは、第一表に見るが如く、平均54日間を経て、八月に入りて交尾を開始す。而して22例中、交尾開始期(産卵前期)の最も短きは49日、最も長きは58日にして、各2例を示せり。即ち幼貝は孵化後2ヶ月以内に於て、性的成熟期に入るものなり。而してこの成熟せるものの貝殻は、長徑10-12mmを算す。

第一表 幼貝孵化と第一回交尾に至る期間

Table I. Period of immature stage.

飼育番號 Rearing nos.	孵化月日 Date, eggs were hatched	第一回交尾月日 Date, copulation took place	孵化より交尾迄の日數 Length of immature stage, days	飼育番號 Rearing nos.	孵化月日 Date, eggs were hatched	第一回交尾月日 Date, copulation took place	孵化より交尾迄の日數 Length of immature stage, days
1a	VI. 26(1929)	VIII. 14	49	6b	VI. 22	VIII. 14	53
1b	〃	〃	〃	7a	VI. 19	VIII. 16	58
2a	VI. 23	〃	52	7b	VI. 20	〃	57
2b	〃	〃	〃	8a	VI. 21	〃	56
3a	VI. 21	〃	54	8b	VI. 20	〃	57
3b	〃	〃	〃	9a	VI. 19	〃	58
4a	VI. 22	〃	53	9b	VI. 21	〃	56
4b	〃	〃	〃	10a	VI. 22	〃	57
5a	VI. 20	〃	55	10b	VI. 21	〃	56
5b	VI. 23	〃	52	11a	VI. 23	VIII. 14	52
6a	VI. 22	〃	53	11b	〃	〃	〃

平均.....54

(4) 交尾及び交尾時間

交尾期は比較的齊一なるが如く、第一期(第一回産卵)に於ては(第二表A)、飼育11例中7例は八月十四日、4例は八月十六日にして、即ち八月中旬なり。第二期(第二回産卵)に於ては(第二表B)、24例中、五月三十一日のもの僅かに1頭あるのみにして、爾餘の大部分は、六月八日より同月十一日の間

第二表 交 尾 記 録 (A)

Table II. Copulation Record. (A)

交 尾 番 號 Nos. of pairs	第一回交尾月日 Date, first copulation observed	交 尾 開 始 時 刻 Time, copulation took place	交尾終了時刻 Time, copulation ended	交尾繼續時間 Duration of copulation
		午 後 時 分 P.M. 2, 10	午 後 時 分 P.M. 3, 11	分 minutes
1a × 1b	VIII. 14.(1929)			61
2a × 2b	〃	1, 35	2, 25	50
3a × 3b	〃	4, 45	5, 06	21
4a × 4b	〃	2, 25	3, 14	49
5a × 5b	〃	3, 55	5, 02	67
6a × 6b	〃	3, 20	4, 45	85
7a × 7b	VIII. 16.	4, 45	5, 04	19
8a × 8b	〃	1, 02	1, 35	33
9a × 9b	〃	2, 54	3, 10	16
10a × 10b	〃	2, 05	2, 50	45
11a × 11b	VIII. 14.	1, 35	2, 13	38

平 均.....44秒

第二表 交 尾 記 録 (B)

Table II. Copulation Record. (B)

交 尾 番 號 Nos. of pairs	第一回交尾月日 Date, first copulation observed	交 尾 開 始 時 刻 Time, copulation took place	交尾終了時刻 Time, copulation ended	交尾繼續時間 Duration of copulation
		午 前 時 分 A.M. 10, 10	午 前 時 分 A.M. 10, 30	分 minutes
1a × 1b	V. 31(1929)			20
3a × 3b	VI. 1	10, 56	11, 30	34
6a × 6b	VI. 11	1, 10	1, 23	18
7a × 7b	〃	1, 28	2, 08	34
8a × 8b	〃	1, 26	2, 04	38
9a × 9b	VI. 9	5, 32	6, 20	48
10a × 10b	VI. 8	4, 25	5, 10	45
11a × 11b	〃	2, 10	2, 25	15
12a × 12b	〃	2, 20	3, 25	63
13a × 13b	〃	4, 12	4, 51	39
14a × 14b	〃	2, 08	2, 30	22
15a × 15b	〃	2, 25	3, 10	45
18a × 18b	〃	5, 55	6, 10	15
19a × 19b	〃	4, 15	5, 36	81
20a × 20b	VI. 10	5, 28	6, 20	52
21a × 21b	VI. 9	9, 52	11, 20	88
22a × 22b	VI. 10	1, 25	1, 45	20
23a × 23b	〃	11, 00	11, 32	32
24a × 24b	VI. 9	10, 58	11, 42	44
31a × 31b	〃	5, 25	6, 20	55
32a × 32b	VII. 9	5, 30	6, 40	70
33a × 33b	〃	5, 10	5, 26	16
35a × 35b	〃	10, 45	11, 30	45

平 均.....39分08秒

に行れたり。故にその盛期は六月初旬なるものの如し。次に交尾時刻は、概して午後につきこと、第二表A, Bに示すが如し。即ち第二表Aに於ては、全部午後に行はれ、第二表Bに於ては23例中、午後に行はるもの17例に達し、その他の6例は午前中に行はれたり。而して交尾を開始せんとする時は、先づ相離れたる二個體は近接し、暫時にして一個體は背面を上方に(常時の姿勢)、他は腹面を上方にし、頸部の右側に存在する生殖器によりて、互に交尾をなす。交尾の間は、殆んど静止し、足部は各々十分に伸張し、兩個體に於ける體の前後兩端は、略ぼ同じ位置にあるものなり(第三十四圖版第2圖)。

交尾時間は、個體により夫々變異あること、第二表A, Bに示すが如く、最短15分、最長1時間28分を算し、その平均は39分8秒となる。斯くして交尾を終れば兩個體は相離るるに至る。尙ほ1回の交尾の後産卵を開始するを普通とするも、稀に2回行ふものあり。

(5) 産 卵 及 び 産 卵 期

産卵は土上、又は土表を僅かに掘りたる所に行はるものにして、マイマイの如く土中に潛入して産卵することなし。

産卵は年に2回行はれ、之を第一期及び第二期に分つ。

第一期産卵 産卵開始は、第一期に於ては、八月下旬より九月下旬に及ぶ。即ち第一期(第三表A)に於ける10例中、八月下旬に産卵せるもの6例、

第三表 産 卵 記 録 (A)

Table III. Oviposition Record. (A)

飼育番號 Rearing nos.	交尾月日 Date, copulated	第一回 産卵月日 Date, first egg was laid	最 終 産卵月日 Date, last egg was laid	産卵期間 Length of oviposition period	産卵回数 Nos. times of oviposition	産卵個數 Nos. eggs were laid	一回平均 産卵個數 Average nos. eggs laid in one time
2b	VIII. 14	IX. 18	—	—	1	2	2.0
3a	〃	VIII. 21	IX. 18	28	3	21	7.0
3b	〃	IX. 10	IX. 26	16	5	7	1.5
4a	〃	IX. 25	X. 10	15	〃	15	3.0
4b	〃	VIII. 21	—	1	1	7	7.0
5b	〃	VIII. 20	X. 9	51	8	19	2.2
6b	〃	VIII. 21	VIII. 27	6	2	4	2.0
7a	VIII. 16	VIII. 23	X. 10	50	18	80	4.4
7b	〃	IX. 1	—	1	1	4	4.0
9b	〃	VIII. 30	IX. 25	26	4	9	2.0

第三表 産 卵 記 録 (B)

Table III. Oviposition Record. (B)

飼育番號 Rearing nos.	交尾月日 Date, copulated	第二回 産卵月日 Date, second egg was laid	最 終 産卵月日 Date, last egg was laid	産卵期間 Length of oviposition period	産卵回數 Nos. times of oviposition	産卵個數 Nos. eggs were laid	一回平均 産卵個數 Average no- s. eggs laid in one time
1a	V. 31	VI. 7	VII. 19	43	24	98	4.09
1b	〃	〃	VII. 20	44	22	69	3.00
2a	VI. 1	〃	VII. 17	41	17	86	5.00
2b	〃	VI. 10	VII. 11	32	16	90	5.10
3a	VI. 10	VI. 11	VII. 19	41	35	147	4.00
3b	〃	〃	VI. 23	13	8	33	4.10
4a	〃	VI. 10	VI. 18	18	〃	〃	〃
4b	〃	〃	VII. 11	32	19	60	3.10
5a	〃	〃	VII. 7	28	22	90	4.10
5b	〃	〃	VII. 12	33	25	89	3.50
6a	VI. 11	VI. 15	VII. 11	27	15	37	2.00
6b	〃	VI. 12	VI. 13	2	2	5	2.50
7a	〃	〃	VII. 11	30	24	72	3.00
7b	〃	VI. 14	VII. 15	32	22	94	4.00
8a	〃	VI. 10	VII. 8	29	19	76	〃
8b	〃	VI. 12	VII. 19	38	18	62	3.40
9a	VI. 9	VI. 10	VII. 13	34	24	118	5.00
9b	〃	VI. 7	—	—	7	27	4.00
10a	VI. 8	VI. 10	VII. 5	26	20	112	5.50
10b	〃	〃	—	—	5	35	7.00
11a	〃	VI. 17	VIII. 3	17	8	38	4.50
11b	〃	VI. 10	VII. 6	27	3	9	3.00
12a	〃	VI. 12	VII. 8	57	19	47	2.10
12b	〃	VI. 10	VI. 30	20	8	48	6.00
13a	〃	〃	VII. 8	58	22	67	3.00
13b	〃	〃	VII. 3	53	9	39	4.00
14a	〃	〃	VII. 7	57	20	64	3.20
14b	〃	〃	VI. 29	19	16	86	5.40
15a	〃	〃	VII. 12	32	21	68	3.20
15b	〃	VI. 13	VII. 8	25	12	37	3.00
16a	VI. 10	VI. 12	VI. 28	16	10	33	3.30
16b	〃	〃	VI. 30	18	〃	43	4.30
17a	〃	VI. 10	VII. 12	32	18	65	3.00
17b	〃	VI. 11	〃	31	26	108	4.10
18a	VI. 8	VI. 10	VII. 8	28	15	66	4.40
18b	〃	〃	〃	〃	14	65	4.60
19a	〃	〃	VII. 9	29	20	63	3.10
19b	〃	VI. 20	VII. 12	22	17	〃	4.00
20a	VI. 10	VI. 11	VII. 9	28	18	57	3.10
20b	〃	〃	〃	〃	8	24	3.00
21a	VI. 9	VI. 10	VII. 6	26	19	86	4.00
21b	〃	VI. 16	VII. 7	21	7	29	〃
22a	VI. 10	VI. 11	VII. 12	31	27	94	〃
22b	〃	〃	VII. 9	28	14	50	3.50
23a	〃	〃	VII. 2	22	〃	51	3.60
23b	〃	〃	VII. 8	28	〃	35	3.00

第三表 産卵記録 (C)

Table III. Oviposition Record. (C)

飼育番號 Rearing nos.	交尾月日 Date, copulated	第二回 産卵月日 Date, second egg was laid	最終 産卵月日 Date, last egg was laid	産卵期間 Length of oviposition period	産卵回数 Nos. times of oviposi- tion	産卵個數 Nos. eggs were laid	一回平均 産卵個數 Average no- s. eggs laid in one time
24a	VI. 9	VI. 10	VI. 28	18	6	24	4.00
24b	〃	〃	VI. 19	10	4	12	3.00
25a	VI. 8	VI. 11	VII. 5	25	13	70	5.40
25b	〃	VI. 10	VII. 4	〃	10	52	5.00
26a	〃	〃	VII. 10	31	17	57	3.30
26b	〃	〃	VII. 9	30	12	51	4.00
27a	〃	〃	VII. 16	37	23	156	5.50
27b	〃	〃	VII. 17	38	21	92	4.30
28a	VI. 10	VI. 11	VI. 13	3	3	17	5.50
28b	〃	VI. 12	VI. 20	9	4	〃	4.00
29a	〃	VI. 10	VII. 9	30	21	71	3.30
29b	〃	VI. 13	VI. 27	15	4	10	2.50
30a	〃	〃	VII. 3	21	10	50	5.00
30b	〃	VI. 15	VI. 28	14	7	21	3.00
31a	〃	VI. 12	VII. 6	25	14	44	〃
31b	〃	〃	VII. 8	27	11	37	3.30
32a	〃	VI. 11	VI. 12	12	2	5	2.50
32b	〃	〃	VI. 20	10	4	11	2.70
33a	〃	VI. 12	VII. 1	20	16	78	4.80
33b	〃	VI. 13	VII. 6	24	10	27	2.70
34a	VI. 11	VI. 12	VII. 26	15	8	21	2.60
34b	〃	VI. 13	VII. 10	28	18	57	3.10
平均	.....	.....	.....	27.74	14.71	57.36	3.899

九月上旬のもの2例、九月中旬のもの2例なり。産卵期間は、長きは51日、短きは1日、平均21.6日を算す。

第二期産卵 産卵開始は、第二期に於ては六月上旬より八月上旬、期間は八月上旬に及ぶ。即ち第二期(第三表B, C)に於ては、68例は六月七日の4例に始まり、次で同月十日に産卵したる29例にして、上旬中33頭を算し、他の35頭は同月二十日の1例を最後となす。産卵期間は、長きは53日、短きは1日、平均27.74日なり。

(6) 産卵回数及び産卵數

産卵回数は、固より個體により多少の相違あるも、第一期産卵に於ては1-8回、第二期産卵に於ては2-35回にして、平均15回なり。各回の間隔は一定ならざること、第四表の如く、毎日連続的に産卵するか、2-3日の間隔を置くか、甚しきに至りては1日中に2回行はる事もあり。尙ほ各回に於け

る産卵数も不定にして、少きは1個、多きは20個を算し、何れも卵は珠数状に連続して一塊となりて産出さる。而して1個體の總産卵数も個體により異り、最少2個、最多156個、平均57.36個なり(第三表A, B, C)。

第四表 交尾終了時より第一回産卵迄の時間

Table IV. Preoviposition period

飼育番號	交尾終了時日	第一回産卵時日	交尾終了より産卵迄の時間	飼育番號	交尾終了時日	第一回産卵時日	交尾終了より産卵迄の時間
Rearing nos.	Date&time, copulation ended	Date&time, first egg was laid	Preoviposition period	Rearing nos.	Date&time, copulation ended	Date&time, first egg was laid	Preoviposition period
7a	VI.11 2 02	VI.12 9 34	19 32	20a	VI.10 6 20	VI.11 10 30	16 10
9b	VI. 9 6 20	VI.10 10 00	15 40	20b	〃	〃 10 00	15 40
11a	VI. 8 2 25	VI.17 9 17	210 35	21a	VI. 9 11 20	〃	22 40
11b	〃	VI.10 10 00	43 35	21b	〃	VI.16 3 00	171 40
12a	VI. 8 3 23	VI.12 10 00	42 37	22a	VI.10 1 45	VI.11 2 00	24 15
12b	〃	〃	〃	22b	〃	〃 2 30	24 45
13a	VI. 8 4 51	VI.10 10 00	41 09	23a	VI.10 11 32	〃 1 20	25 48
13b	〃	〃	〃	23b	〃	〃 2 20	26 48
14a	VI. 8 2 30	〃	43 30	24a	VI. 9 11 42	VI.10 10 00	22 18
14b	〃	〃	〃	28a	VI.10 11 15	VI.11 11 20	24 05
15a	VI. 8 3 10	〃	42 50	28b	〃	VI.12 6 20	31 05
15b	〃	VI.13 8 05	88 55	31a	VI.10 6 20	〃 8 30	38 10
16a	VI.10 10 35	VI.12 9 20	46 45	31b	〃	〃 1 30	43 10
16b	〃	〃 9 10	46 35	32a	VI.10 6 40	VI.11 1 10	18 30
18a	VI. 8 6 10	VI.10 10 00	39 50	32b	〃	VI.12 1 30	42 50
18b	〃	〃	〃	33a	VI.10 5 26	〃 8 40	39 14
19a	VI. 8 5 36	VI.20 10 00	40 24	33b	〃	VI.13 7 30	62 04
19b	〃	VI.11 9 00	279 24	35a	VI. 9 11 30	VI.11 6 34	31 04

平 均..... 45 17

第五表 卵 期

Table V. Length of egg stage.

産卵時日	孵化時日	卵 期	産卵時日	孵化時日	卵 期
Date, eggs were laid	Date, eggs were hatched	Length of egg stage	Date, eggs were laid	Date, eggs were hatched	Length of egg stage
VI.12 9 10	VI.24 8 20	11 23 10	VI.12 9 10	VI.22 1 00	10 3 50
VI.11 8 30	VI.21 10 30	10 2 00	〃 9 20	〃 10 02	10 0 42
VI.10 10 02	VI.20 9 00	9 22 58	VI.11 2 00	VI.21 9 00	9 19 00
〃 11 15	VI.21 10 30	10 22 45	〃 2 30	VI.20 10 00	8 19 30
VI.12 9 34	VI.22 9 25	10 9 51	〃 2 20	VI.22 2 00	10 21 40
VI.10 10 07	〃 9 30	10 23 23	〃 9 20	〃 11 30	11 1 10
〃 9 30	〃 10 00	11 0 30	〃 11 20	〃 9 11	10 21 51
VI.11 9 26	〃 8 10	9 22 24	VI.12 6 20	VI.21 9 10	8 14 50
VI.17 9 00	VI.27 9 20	9 24 10	VI.13 11 20	〃 8 20	7 9 00
VI.10 10 00	VI.21 9 08	10 23 08	VI.12 8 40	VI.23 9 00	11 0 20
〃	〃 8 10	9 22 10	〃 10	VI.21 8 10	8 20 00

平 均..... 10 3 60

(7) 卵 及 び 卵 期

卵は直徑 1.116mm を算し、膠質の包層を有し、粘性ありて、相互珠數狀に連絡す(第三十四圖版第3,4圖)。卵黃は產出當時は透明なるも、僅かに動物極のみに黄白色の小點として現はる。然れども孵化に近づく時は、次第に乳白色となる。而て孵化10時間前に於ては、卵膜を透して既に幼貝の形成を観察することを得。

次に卵期に就ては、各卵の孵化日數を観察する爲め、3個ずつ選出して別に飼育したり。今此の結果によるに卵期は飼育中の溫濕度其他周圍の狀況により異なるも、第五表に示すが如く、第一卵期に於ては、長きは11日餘、短きは7日餘にして、平均10日3時間なり。

(8) 冬 眠

冬眠は概して十二月初旬に始まり、翌年三月頃に終る。該期中は、マイマイと同じく、軟體部を貝殻の内部に收縮し、殻口には雲母狀の半透明なる薄膜を分泌して、他物に粘着す。而して該薄膜は冬眠時期以外の乾燥時にも生ずるものなり。

(9) 食 物

本種は植物性及び動物質食餌を攝るものにして、飼育に當り、白菜、蕪菁、大根等を供給したるに、何れも其の嫩葉を嗜喰せり。溫室内に於ては殆んど各種の植物の嫩葉を喰害す。又葉上を這ふ際、體より分泌する粘液は葉を次第に黄褐色に變ぜしめ、遂にその枯死を招來するものなり。尙ほ土中に侵入し、植物の根又は有機質肥料等を攝取することも觀察せられたり。魚肥及び豆粕等を施肥する時は、往々にして本種の大發生を促すことあり。

摘 要

(1) ヒメヲカモノアラガヒは、溫室栽培植物を喰害し、又その分泌液は葉を枯死せしむ。

(2) 本種の生殖は2期に分たる。即ち第一期は孵化後約2ヶ月にして、

夏期に行はれ、第二期は越冬後、次年の初夏に於て行はる。

(3) 交尾は第一期に於ては八月中旬、第二期に於ては六月初旬に行はる。

(4) 交尾時刻は、主に晝間にして、其の交尾継続時間は平均39分餘。

(5) 産卵期は第一期に於ては八月中旬より、九月上旬に互り、第二期に於ては六月初旬より七月中旬に互る。

(6) 産卵回数は、個體により異なるも、少きは2回、多きは35回に及び平均14回を算す。

(7) 交尾と第一回産卵時との間隔は比較的短く、平均45時間なり。

(8) 各期間に於ける、産卵間隔は全く不定なり。

(9) 各回に於ける産卵数は、個體により異り、少きは4個、多きは約150個に及び、その平均57個なり。而て産卵数は、必ずしも産卵回数を重ねるに従ひ減少せずして、毎回不等なり。

(10) 産卵は主に午前中に行はるものの如し。

(11) 卵は直径1.164mm。外側に膠質の包層を有し、卵黄は透明なり。

(12) 卵期は平均10日間なり。

(13) 六月下旬に孵化したるものは、平均54日を経て、性的成熟期に入り交尾の後第一期の産卵を開始す。

(14) 冬眠は十二月初旬に初まり、翌年三月に終る。

第三十四圖版説明

1. ヒメワカモノアラガヒ貝殻 (左)背面、(右)腹面 ×1.5
2. ヒメワカモノアラガヒの交尾 ×3
3. 同 卵 ×3
4. 同 卵 ×3

NOTES ON THE LIFE HISTORY AND THE HABITS OF
SUCCINEA HORTICOLA REINHARDT, THE PEST
OF GREENHOUSE PLANTS AND GRASSES.

By

Yaichirô OKADA

PLATE XXXIV

The observation on the life history and the habits of *Succinea horticola* was made in the Entomological Division of the Agricultural Experiment Station. This small pulmonate is very injurious to the young leaves of Eudendron, lily roots and other plants. It was found in a greenhouse of the Yokohama Nursery Company.

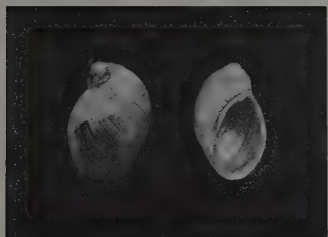
The following is a summary of the results of the observations.

1. *Succinea horticola* Reinhardt is injurious to greenhouse plants and grasses, and its secretion destroys the leaves of these plants.
2. The breeding period apparently occurs at two different times; two months after hatching (August) and in June of the following year.
3. Copulation takes place in the middle of August and early in June.
4. The period of copulation is about 39 minutes on an average, and the copulation takes place in the forenoon.
5. The spawning time varies with each individual, from 2 to 35 times, averaging 14 times.
6. The interval between copulation and the first egg-deposition is rather short, averaging 45 hours.
7. The spawning intervals are quite indefinite.
8. The number of eggs deposited at one time varies from 4 to 150 in different individuals, averaging 57.
9. The egg is 1.164 mm. in diameter, having a gelatinous envelope on the outside. The vitellus is transparent.
10. The spawning period averages 10 days.
11. The young are hatched about the end of June, reaching sexual maturity in 54 days on an average.
12. The hibernation period is from early in December to March.

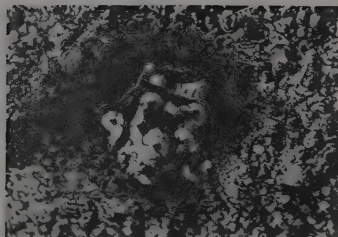
Explanation of Plate XXXIV

1. Shell of *Succinea horticola* ($\times 1.5$): dorsal view (left), ventral view (right).
2. Copulation of *Succinea horticola*. ($\times 3$)
3. Egg-mass deposited in the ground. ($\times 3$)
4. Do. ($\times 3$)

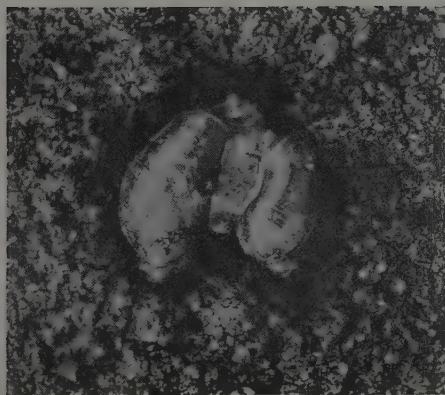
1



3



2



4



STUDIES ON SOME SPHINGID-PUPAE IN NIPPON

By

Akira KAWADA

With 4 Text-figures and 5 Plates

CONTENTS

Introduction	509
Remarks on General Structure	509
Phylogeny	515
Key to the Genera	517
Descriptions	518
Bibliography	534
Explanation of Plates	535

INTRODUCTION

From the scientific and economic standpoints, it is of great importance to study the immature stages of lepidopterous insects. My special attention has been paid to the structure of pupae, because they are oftentimes considered to exhibit not only some ancestral features but also some characteristics serving as basis for the interpretation of relationships among species. The present account merely deals with the pupae of some species belonging to the family Sphingidae. Of some materials records have up to the present been given by ROTHSCILD-JORDAN, MOSHER, NAGANO, et al.

The material before me consists of twenty five species referable to nineteen genera. The great majority of the specimens were obtained by rearing for some years and were preserved in 70% alcohol. Besides, some dried pupae and pupal shells came under my observation.

Before proceeding farther, I wish to express my thanks to Mr. S. KINOSHITA and M. YANO for valuable advice, to Mssrs. S. MITSUHASHI, A. KARIYA, N. ISHIMORI, and N. INABA for allowing me to use literature, and to Mssrs. T. ESAKI, S. ASAHINA, T. SIBAMITI and all the members of the staff in the Section of the Entomology of the Imperial Agricultural Experiment Station for placing at my disposal some specimens. My thanks are also due to Professor T. KABURAKI of the Tokyo Imperial University for the preparation of this account.

REMARKS ON GENERAL STRUCTURE

The insects of this family generally spend their pupal life in or on the ground. When ready to pupate, the larvae of the group Asemanophorae burrow in the ground and push the soil against all the sides to constitute an ellipsoidal cell, while those of the subfamilies Choerocampinae and Philampelinae constitute cocoons, spinning among fallen leaves on the ground.

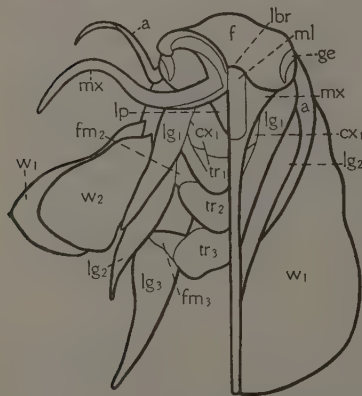
It is of some interest that the pupa of *Gurelca masuriensis sangaica* BUTLER is found in the cocoon between the leaves lying at a height of more than one metre above the ground. Some efforts have been made in vain to discover the pupae of some forms of the Sesiinae in the field. According to observation in jars, however, *Cephonodes hylas* LINNAEUS pupates on the ground, without spinning.

In general the pupae are fusiform, considerably narrowed towards the cephalic end and have the characteristics in the descriptions that follow.

Head

Vertex. The vertex is not bounded by the epicranial suture.

Front (Text-fig. 1, f). The caudo-ventral margin of the front is usually notched by the cephalic prolongation of the maxilla in several groups, exclusive of the subfamily Ambulicinae. The front-clypeal suture is scarcely visible, although it is often indicated by a slight furrow. The front is usually smooth in the group Asemaphorae, exclusive of the genera *Clanis* and *Marumba* of the Ambulicinae, of which *Marumba* has the front highly rugose and with two projections at the cephalic end. In the Sesiinae the front is scarcely roughened, but in the Philampelinae and Choerocampinae it is roughened with impressed lines. Some minute hairs are invariably found at the centre of the front. In the group Semanophorae they are also visible



Text-fig. 1. Head and thorax of the newly-moulted pupa of *Herse convolvuli* LINNAEUS.

sparsely distributed on the gena.

Clypeus. No trace of suture is found between the clypeus and the labrum.

Labrum (Pl. XXXV, Fig. 1, lbr). In the present family, exclusive of *Sphinx caliginus* BUTLER and all members of the Ambulicinae, the labrum is shifted cephalad, in company with the development of the maxilla. In the genera *Macroglossum*, *Theretra* and *Rhagastis* it makes its appearance on the dorsal side of the head.

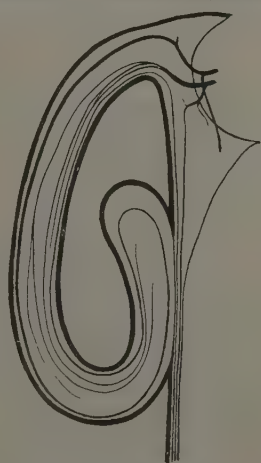
Antenna (Text-fig. 1, a). The antenna is slender and pointed at the distal end, its maximum width being seldom a little larger than that of the prothoracic leg. It is generally roughened with striations. Often it is a little wider in the male than in the female. Its length varies not only in different species but also in different sexes. The antenna is generally longer in the male than in the female. In the Ambulicinae it is wider and more

roughened with minute tubercles as compared with that in other subfamilies.

Glazed eye-piece (Text-fig. 1, ge). The glazed eye-piece is usually semispherical or crescent in form and touches neither the antenna nor the caudal margin of the head. The direction of the line drawn from the dorsal end to the ventral end of the glazed eye-piece varies with the change in position of the labrum. When the labrum occupies a position normal to the most lepidopterous pupae, this line directs either caudad, as in the majority of the Ambulicinae in which the glazed eye-piece does not extend ventrad beyond the level of the suture between the maxilla and the prothoracic leg, or caudo-ventrad, as in *Sphinx caligineus* BUTLER, *Clanis bilineata* WALKER and *Dolbina tancrei* STAUDINGER. In the Acherontiinae without *Sphinx caligineus* BUTLER and the group Semanophorae without the genera *Macroglossum*, *Theretra* and *Rhagastis*, in which the pupae have the labrum at the cephalic end of the body, the glazed eye-piece directs ventrad. In *Macroglossum*, *Theretra* and *Rhagastis*, in which the labrum is shifted dorsad, it turns ventro-cephalad. The glazed eye-piece is rather narrow in the species, in which it directs caudad.

Mandible. The mandibular region is usually elevated or tuberculate.

Maxilla (Text-fig. 1, mx). The maxilla always occupies a large portion posterior to the labrum and shows a great deal of variation in its length, according to different subfamilies, genera and species. It is the shortest in the Ambulicinae and does not extend to the tip of the prothoracic leg in *Smerinthus*, *Callambulyx* and *Marumba*, but it extends slightly beyond the tip of the prothoracic leg in *Dolbina*, and farther caudad or slightly beyond the mesothoracic leg in *Langia*. In *Clanis* only it is found to reach the caudal margin of the wing. In other subfamilies the maxilla lengthens, owing to the shift of the labrum to the front, or the outward curvature of the proximal part, or the formation of maxillary loop. In the extreme case the maxilla is found to arise from the dorsal side of the head, on account of the shift of the labrum on the dorsal side a short distance from the cephalic end, as in *Theretra* and *Rhagastis* (Choerocampinae) and *Macroglossum* (Philampelinae). In the most genera of the Choerocampinae and Philampelinae, it is excurved in the proximal part and has a carina. In the Acherontiinae it forms a loop, which is usually called maxillary loop. On examination it has been revealed that the so-called maxillary loop is merely a projection of the maxilla at the proximal end but not a real loop, as can be observed in the adult just before emergence. In the newly-moulted pupa of *Herse convolvuli*



Text-fig. 2. Tracheal system in the maxillary loop of *Herse convolvuli* LINNAEUS.

LINNAEUS with appendages which are not yet soldered up with one another, the maxillary loop can be split off from the body-surface, but cannot be extended to a single long maxilla. The state of the tracheal system also proves this fact (Text-fig. 2). Two main trachae enter the maxilla. Of these one is bifurcate immediately, one branch running directly into the loop and sending out four branches, each ending in capillary. Judging from this state of the tracheal system, it may be said that the loop is a simple projection of the maxilla but not a real loop. The other trachea sends out a small branch to the labial palpus just before it enters the maxilla. This trachea runs to the tip of the maxillary loop along the outer wall, then turns back around its bulbous tip and comes to the proximal part of the loop along its inner wall, and again runs to the distal end of the maxilla. This state of the trachea is in coincidence with that of the maxilla in the adult. As to what part of the maxilla is modified to such a large projection as the so-called maxillary loop, I am not in a position to make any mention. No trace of maxillary loop is found only in *S. caliginus* BUTLER among the species of *Sphinx*. No maxillary palpus is demonstrated at all.

Labium. The labium is not exposed. The labial palpus (Text-fig. 1, 1p) lies beneath the maxilla.

Thorax

The segments of the thorax are provided with so minute secondary setae that we are unable to observe without the aid of the microscope.

Prothorax (Pl. XXXV, Fig. 2, I). In the Ambulicinae, in which the labrum occupies a position as in the majority of lepidopterous pupae, the prothorax is situated relatively cephalad and ends slightly in front of the level of the suture between the pro- and mesothoracic legs. Especially in the pupae of *Langia*, the suture between the pro- and mesothorax arises from a point slightly anterior to the cephalic margin of the prothoracic leg. In all of the other subfamilies the prothorax is removed caudad, in company with the cephalic or dorsal shift of the labrum, and its caudal end is usually found at the level of the suture between the pro- and mesothoracic legs.

Prothoracic leg (Text-fig. 1, 1g₁). In the pupae of some species the prothoracic coxa makes its appearance between the maxilla and the prothoracic tibia. The prothoracic tibia is usually swollen to a slight degree in contact with the coxa. The prothoracic tarsi on both sides meet with each other on the meson posterior to the maxilla in some genera of the Ambulicinae, which have the maxilla very short.

Mesothorax (Pl. XXXV, Fig. 2, II). The mesothorax is longer than the other thoracic segments.

Mesothoracic leg (Text-fig. 1, 1g₂). The tibia and tarsus are always exposed, but the coxa (cx₂), trochanter (tr₂) and femur (fe₂) are not visible.

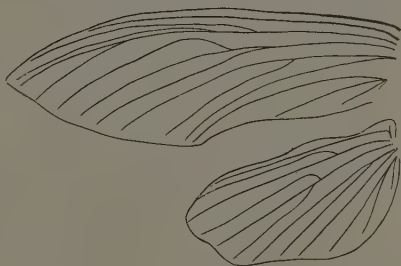
The mesothoracic tarsi on both sides meet with each other on the meson in some genera of the Ambulicinae which have the prothoracic legs meeting together on the meson and also in *Dolbina*.

Mesothoracic wing (Text-fig. 1, w_1). The mesothoracic wing always extends to near the caudal margin of the abdominal segment 4. Its tracheal system is almost identical in distribution with the wing venation of the adult. In *Herse convolvuli* LINNAEUS the pupal wing has the radius branching into four only, as in the adult. The discoidal cell is unclosed. The stem of the media and the third anal are still found.

Metathorax (Pl. XXXV, Fig. 2, III). The metathorax is usually shorter than the other thoracic segments. Often it presents a rugose area on each side of the meson, as in *Herse*, *Acherontia*, and *Psilogramma*, or an U-shaped furrow, as in the members of the Sesiinae.

Metathoracic leg (Text-fig. 1, lg_3). The metathoracic leg is always entirely concealed.

Metathoracic wing (Text-figs. 1 & 3; Pl. XXXV, Fig. 2, w_2). The metathoracic wing is covered with the mesothoracic wing, generally leaving a narrow portion exposed along its dorsal margin. In addition, the tip of the wing is found exposed between the maxilla and the mesothoracic wing in *Theretra nessus* DRURY. The exposed portion of the wing along its dorsal margin varies considerably in length in different subfamilies. It is the shortest in the Choerocampinae and Philampelinae and does not reach to the level of the spiracle of the abdominal segment 3. Especially in *Theretra nessus* DRURY it is by far the shortest and does not extend to the cephalic margin of the abdominal segment 2. In the Acherontiinae and Sesiinae it reaches nearly to the level of the spiracle of the abdominal segment 3. This is also true of *Clanis*. In the Ambulicinae, exclusive of this genus, the metathoracic wing is exposed beyond the spiracle of the abdominal segment 3. In the newly-moulted pupae, whose appendages are not yet soldered up with one another, it can be seen when taking off the mesothoracic wing. The tracheation of the metathoracic wing is visible. In spite of the accordance in many respects with the wing venation of the adult, the tracheation of the pupal metathoracic wing in *Herse convolvuli* LINNAEUS differs from this in having the cephalic branches of the radius, which are not united with the subcosta and run closely along this, the discoidal cell unclosed and the third anal apparently visible.



Text-fig. 3. Tracheations of the pupal wings in *Herse convolvuli* LINNAEUS.

Abdomen

The abdominal segments are provided with so minute secondary setae that we cannot observe without the aid of the microscope. In general the surface is more or less punctate and often roughened with indeterminate striations. Each segment shows annulets especially on the dorsal surface. The abdominal segments 5-7 are movable.

Scars of larvapods. The scars of the larvapods on the anal segment are generally of a convex cushion-like shape and occur on each side of the anus, but those on the segments 5 and 6 are found either slightly depressed or polished.

Scar of caudal horn. The scar of the caudal horn is usually elevated and often becomes prominent, due either to the presence of a depression behind it or to its smooth and polished appearance.

Genital opening (Pl. XXXV, Figs. 1 & 5, go). In the male the genital opening is generally situated on the ventral side of the segment 9, and is slit-like, presenting a slight elevation on each side. In the female the caudal margins of the segments 8 and 9 are highly engulfed cephalad on the meson, but the boundary lines between the segments 8 and 9 as well as between 9 and 10 are indistinct. The opening is generally situated on the ventral side of the segment 8 and at the bottom of the engulfed portion just mentioned.

Anal opening (Pl. XXXV, Fig. 1, ao). The anal opening is slit-like and often presents a slight elevation or several wrinkles on each side.

Abdominal spiracles. The spiracles on the segment 8 are situated at the level a little dorsal to those on the other segments.

Spiracular furrows (Pl. XXXV, Fig. 2, sf; Pl. XXXVIII). The spiracular furrows are different in feature, so as to be able to distinguish several groups. They are extraordinarily developed in the group Asemanophrae.

Cremaster (Pl. XXXV, Fig. 1, cr; Pl. XXXIX). The cremaster, though generally triangular in shape, varies in feature, so as to render several groups distinguishable. In the group Asemanophrae it is rather excurved on the lateral sides, abruptly narrowed near the tip and has the surface rugose, while in the Choerocampinae and Philampelinae of the group Semanophrae it is rather straight on the sides and has the surface rather smooth. In the subfamily Sesiinae it is of a form intermediate between these two. The cremaster is usually bifurcate at the tip, but in some genera of the Ambulicinae, such as *Clanis*, *Smerinthus* and *Langia*, it ends in a blunt point. Among the Choerocampinae and Philampelinae which constitute cocoons before pupation, such genera as *Theretra*, *Rhagastis* and *Gurelca* have the cremaster with the tip modified to a considerable extent. In *Langia* the cremaster is very small and is represented by a very simple tubercle at the end of the abdominal segment 10.

PHYLOGENY

So far as a close examination of pupae is concerned, the most ancestral type of this family appears to be represented by a form intermediate between the forms of the Sesiinae and Acherontiinae. It may be said to have the body surface smooth and of a reddish or chestnut brown colour, the labrum at the cephalic end, the maxilla reaching the caudal margin of the wing, rather indistinct spiracular furrows and the cremaster with the regose surface and bifid tip. I feel it advisable to regard that two lines of descent or the Asemanophorae and Semanophorae were derived from such an ancestral form.

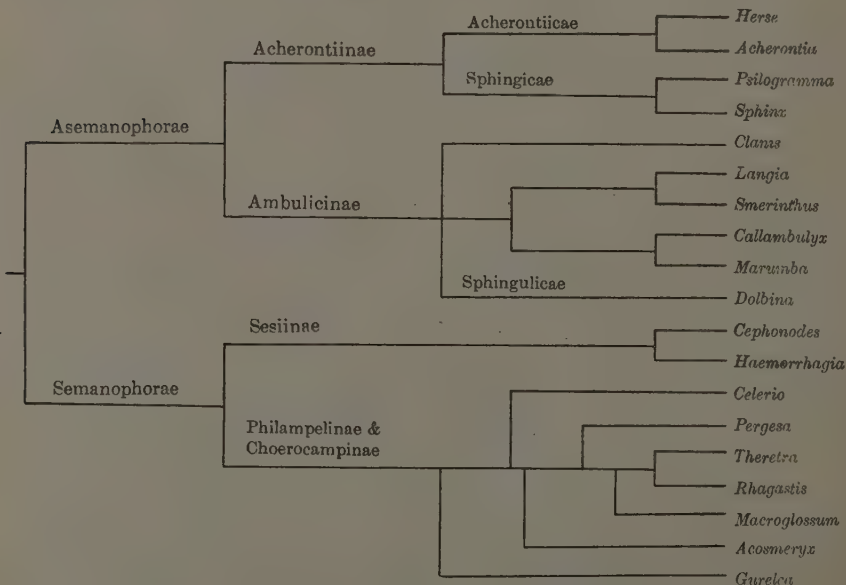
In the Asemanophorae the spiracular furrows are differentiated into two types, so as to result in the distinction of the subfamilies Acherontiinae and Ambulicinae. So far as examinations go, the Acherontiinae appears to be differentiated into two tribes, Acherontiicae and Sphingicae, the former being distinguished from the latter by the possession of some feeble ridges and furrows between two large spiracular furrows. In spite of its absence in some forms, the maxillary loop is generally present in these two tribes. Among the genera of the Acherontiicae *Acherontia* is entirely devoid of it. This similarity is also true of *Sphinx caligineus* BUTLER belonging to the Sphingicae.

Further known as belonging to the Acherontiinae is the tribe Sphingulicae which was established by ROTHSCHILD and JORDAN, from the viewpoint of the adult, in order to include the genus *Dolbina*. On examination of its pupae, however, it has been proved that the Sphingulicae is more closely related to the Ambulicinae than to the Acherontiinae. In fact the pupa in question has the maxilla extending from the ventral side of the head to the tip of the prothoracic leg and the spiracular furrows almost equal in depth and length and peculiar in form to the Ambulicinae.

Among the Ambulicinae *Clanis* appears to represent the most ancestral form, judging from the fact that it has the maxilla reaching the caudal margin of the wing, in spite of the possession of the cremaster which is not bifurcate at the apex. In the genera of this subfamily, exclusive of *Clanis*, the shortening of the maxilla takes place. *Dolbina* has the maxilla much shorter than in *Langia*, in which it extends to the tip of the mesothoracic leg. In all genera which are regarded as appeared after the differentiation of *Dolbina* and have the metathoracic wing exposed beyond the level of the spiracle of the abdominal segment 3, there can be distinguished two different types. Of these one type has the spiracular furrows highly reduced and the cremaster modified, as in *Clanis*. In this type the reduction of the cremaster happens to make the appearance of *Langia*, and the shortening of the maxilla takes place to result in the appearance of *Smerinthus*. The other type is provided with the maxilla as long as that of *Smerinthus*. To this belong the genera *Marumba* and *Callambulyx*, of which the former has a

pair of tubercles on the front.

In the line of the Semanophorae there have up to the present been distinguished such three subfamilies as Sesiinae, Choerocampinae and Philampelinae. Of these the Sesiinae appears to retain the form relatively generalized and contains the genera *Cephonodes* and *Haemorrhagia*, which are closely related, though the latter has the cremaster specialized to some extent. To my mind, the other two subfamilies, Choerocampinae and Philampelinae, cannot be clearly distinguished. I think it reasonable to regard that all the genera hitherto referred to these subfamilies arise from a common stem at various points, as in the accompanying diagram. In all the forms the cremaster is highly modified, in association with their cocoon formation, and its colour is reddish brown or yellowish brown. *Gurelca* appears to represent the genus separated earlier than the others and specialized on its own way. After the separation of *Celerio*, all the genera of this line appear to be marked with the maxilla excurved and carinate near the proximal end. *Pergesa* presents no considerable specialization, exclusive of the possession of spines on the cremaster and spiracular ridge. *Acosmeryx* appears to have some affinity with *Pergesa*. In *Macroglossum*, *Theretra* and *Rhagastis* the elongation of the maxilla takes place to result in the shift of the labrum backwards. In the first genus a deep furrow is found to occur at the cephalic margin of the abdominal segment 5. The other two genera have the cremaster specialized on their own ways.



Text-fig. 4. Phylogeny of the Sphingidae.

KEY TO THE GENERA

1. Abdominal segments 5-7 with prominent spiracular furrows, if not, then cremaster neither bifurcate at tip, nor armed with spines (*Asemanophorae*) 2
- Abdominal segments 5-7 without prominent spiracular furrows, seldom one deep furrow present on abdominal segment 5, if so, then cremaster bifurcate at tip (*Semanophorae*) 11
2. Glazed eye-piece always ending near suture between maxilla and prothoracic leg; cremaster bifurcate at tip; spiracular furrows represented by one deep furrow and some shallow caudal ones (*Acherontiinae*) 3
- Glazed eye-piece ending at a point a little dorsal to suture between maxilla and prothoracic leg, if not, cremaster never bifurcate at tip; all spiracular furrows almost equal in depth (*Ambulicinae*) 6
3. Rugose area on each side of the meson of metathorax triangularly shaped: spiracular furrows always composed of two prominent furrows, a deep cephalic one and a long shallow caudal one, with some feeble ridges and furrows between these two (*Acherontiinae*) 4
- Rugose area on each side of the meson of metathorax narrow or absent; spiracular furrows composed of a deep cephalic one and some long shallow caudal ones, without feeble ridges and furrows between these two (*Sphingicae*) 5
4. Maxillary loop present *Herse* OKEN
- Maxillary loop absent *Acherontia* LASPEYRES
5. Metathorax with a carinate ridge on each side of the meson; spiracular furrows composed of three furrows, a deep cephalic one and two shallow caudal ones *Psilogramma* ROTHSCHILD et JORDAN
- Metathorax without a carinate ridge on each side of the meson; spiracular furrows composed of two furrows, a deep cephalic one and a shallow caudal one *Sphinx* LINNAEUS
6. Abdominal segments 5-7 with spiracular furrows 7
- Abdominal segments 5-7 without spiracular furrows 10
7. Maxilla reaching caudal margin of wing; cremaster not bifurcate at tip *Clanis* HÜBNER
- Maxilla not reaching caudal margin of wing; cremaster bifurcate at tip 8
8. Maxilla reaching the tip of mesothoracic leg *Dolbina* STAUDINGER
- Maxilla not reaching the tip of mesothoracic leg 9
9. Head with a pair of prominent rugose tubercles at the cephalic end; a portion of prothoracic coxa exposed *Marumba* MOORE
- Head with a pair of indistinct tubercles at the cephalic end; a portion of prothoracic coxa not exposed *Callambulyx* ROTHSCHILD et JORDAN
10. Maxilla reaching costal margin of wing; cremaster feeble *Langia* MOORE
- Maxilla not reaching costal margin of wing; cremaster normal *Smerinthus* LATRÉILLE
11. Metathorax with a ridge on each side of the meson, caused by furrows surrounding it (*Sesiinae*) 12
- Metathorax without such a ridge (*Philampelinae* and *Choerocampinae*) 13
12. Cremaster not covered with many spines on dorsal and lateral sides *Cephonodes* HÜBNER
- Cremaster covered with many spines on dorsal and lateral sides *Haemorrhagia* GROTE et ROBINSON
13. Maxilla not carinate in the proximal portion 14
- Maxilla carinate in the proximal portion 15
14. Cremaster short, armed with forked spines at tip *Gurelca* KIRBY
- Cremaster long, slightly bifid at tip *Celerio* OKEN
15. Labrum at the cephalic end of body 16
- Labrum on the dorsal side of head a short distance from the cephalic end of body 17
16. Body abruptly rounded at the caudal end, and suddenly narrowed at segment 8, forming an edge at the caudal margin of segment 7 *Acosmeryx* BOISDUVAL
- Body of a normal shape *Pergesa* WALKER
17. Abdominal segment 5 with a deep furrow at the cephalic margin *Macroglossum* SCOPOLI
- Abdominal segment 5 without such a furrow 18
18. Body rather long and not flattened; cremaster bifurcate at tip, the arm often with two spines *Theretra* HÜBNER
- Body rather stout and somewhat flattened; cremaster bifurcate at tip, the arm with four curved spines *Rhagastis* ROTHSCHILD et JORDAN

DESCRIPTIONS

Group *Asemanophorae*

The spiracular furrows are usually developed on the abdominal segments 5-7. The gena is devoid of seta. The moths belonging to this group do not form any cocoon with threads before pupation.

Subfamily *Acherontiinae*

The pupae are marked with a deep pocket-like furrow which does not extend ventrad beyond the spiracle as well as with long shallow caudal furrows at the cephalic margin of each of the abdominal segments 5-7. One peculiarity lies in the presence of the maxillary loop in this subfamily, though some species are entirely destitute of it. The antenna is filiform, usually transversely striated and scarcely extends in the female beyond the tip of the prothoracic leg. The glazed eye-piece is usually almost hemispherical and is bounded along its mesal margin by a smooth impressed line which usually touches neither the antenna nor the maxilla. The maxilla always extends to the caudal margin of the wing. In the genera, exclusive of *Sphinx*, the cephalic prolongation of the maxilla makes the front deeply notched, to shift the labrum cephalad, to direct the eye-piece ventrad, and to remove the prothorax caudad, so that its caudal margin extends to a point near the suture between the pro- and mesothoracic legs. The prothoracic coxa usually renders its narrow portion exposed. The metathorax is often provided with a rugose area or with a transverse carinate ridge or with a furrow on each side of the meson. The metathoracic wing is found exposed up to near the spiracle of the abdominal segment 3. The cremaster is triangular, almost equal in length and breadth, convex at the sides, and slightly bifurcate at the tip.

Genus *Herse* OKEN

The pupae are characterized by having the maxillary loop with its distal portion recurved as in the Fig. 1 (Pl. XXXV). The body surface is smooth and polished, excepting the caudal three segments and the cephalic half of each of the first seven abdominal segments which are densely punctate. The head is bent slightly ventrad. The labrum is situated at the cephalic end of the body and is partially visible from the ventral side. The antenna is slightly striated and varies in length in different sexes. The maxillary loop extends more than two-fifths the entire length of the maxilla. The prothoracic leg is swollen in immediate contact with a portion of the prothoracic coxa which is always exposed. The caudal margin of the mesothoracic spiracle is black and highly elevated, so as to make the opening concealed. The metathorax exhibits a very rugose, triangular, or somewhat cordate area on each side of the meson. The movable abdominal segments are marked with two prominent spiracular furrows, a deep pocket-like cephalic one which never extends ventrad beyond the spiracle and a long shallow caudal one. Between these two furrows there are often visible some feeble ridges and

furrows. The first eight abdominal segments are punctate on their cephalic half. The cremaster is triangular and bifurcate at the tip.

Herse convolvuli LINNAEUS

"Ebigara-suzume"

(Text-figs. 1, 2 & 3; Pl. XXXV, Figs. 1 & 2; Pl. XXXVIII, Fig. 49;
Pl. XXXIX, Fig. 60)

The annulets are faintly indicated on the dorsum of the abdominal segments 1-3. The antenna extends caudad beyond the tip of the prothoracic leg in the male, but not in the female. The mandibular tubercle is smooth and slightly elevated. The maxillary loop is transversely striated, occupies about four-ninths the entire length of the maxilla, and is doubled back, applying to the body only half way to the proximal end with its bulbous tip which is slightly elevated but does not touch the proximal portion. The mesothoracic wing extends over about seven-twelfths the length of the body. In the metathorax the rugose area is darker than elsewhere. The scar of the caudal horn is smooth and polished, but often rugose and elevated. The cremaster is deeply rugose.

The body is of a mahogany brown colour and measures 54-61 mm. in length and 14-16 mm. across at the widest part.

Genus *Acherontia* LASPEYRES

In spite of the absence of maxillary loop, this genus is very closely related to *Herse*. The body surface is smooth and polished, excepting the caudal three segments and the cephalic half of each of the first seven abdominal segments which are densely punctate. The head is bent slightly ventrad. The front is scarcely roughened on the surface. The labrum is situated at the cephalic end of the body and is partially visible from the ventral side. The antenna is slightly striated and varies in length in different sexes. The maxilla is slightly swollen and striated near the proximal end and ends slightly in front of the caudal margin of the wing. The prothoracic leg is swollen in contact with the prothoracic coxa which is partially exposed. The caudal margin of the mesothoracic spiracle is elevated, so as to make the opening concealed. The rugose area on the dorsum of the metathorax is triangular in shape. The spiracular furrows on the movable abdominal segments are similar in shape to those in *Herse* and consist of a deep pocket-like cephalic one and a long shallow caudal one, between which there are found some feeble ridges and furrows. The cremaster is highly rugose.

Acherontia styx crathus ROTHSCHILD et JORDAN

"Mangata-suzume"

(Pl. XXXV, Figs. 3 & 4; Pl. XXXVIII, Fig. 50; Pl. XXXIX, Fig. 61)

The annulets on the dorsum of the abdominal segment are faint. The antenna extends caudad beyond the tip of the prothoracic leg in the male, but not in the female. The mandibular tubercle is scarcely visible. The mesothoracic wing extends over four-sevenths the length of the body.

The body is of a mahogany brown colour and 55-63 mm. long by 13-16 mm. across at the widest part.

Genus *Psilogramma* ROTHSCHILD et JORDAN

The body is fusiform with the blunt cephalic end and its surface is smooth and polished. The labrum is only visible in cephalic view. The antenna shows slight

striations. The maxillary loop extends about half the whole length of the maxilla, describing a strong arc and ending in the bulbous tip in contact with the body surface. The prothoracic leg is swollen in contact with a narrow portion of the coxa, which is exposed. The metathorax has a prominent carinate ridge on each side of the meson, which is usually darker than elsewhere. The mesothoracic spiracle has the black elevated caudal margin. The first seven abdominal segments are punctate on their cephalic half. On the movable abdominal segments there are three spiracular furrows, a deep pocket-like cephalic one which never extends ventrad beyond the spiracle, and two long shallow caudal ones. The cremaster is triangular and bifurcate at the tip.

Psilogramma menephron increta WALKER

"Simohuri-suzume"

(Pl. XXXV, Figs. 5 & 6; Pl. XXXVIII, Fig. 51; Pl. XXXIX, Fig. 62)

The antenna is slightly transversely striated, presents no sexual variation and does not extend to the tip of the prothoracic leg. The maxillary loop is transversely striated and extends about five-elevenths the distance from the cephalic end of the body to the caudal margin of the wing. The mandibular area is never tuberculate. The mesothoracic wing extends over about three-fifths the length of the body. The scar of the caudal horn is smooth and polished, but often rugose with radiate furrows. The cremaster is deeply rugose.

The body is chestnut brown in colour and measures 50-54 mm. in length and 12-14 mm. across at the greatest width.

Genus *Sphinx* LINNAEUS

Notwithstanding the presence of the maxillary loop close to the body surface generally in the species of this genus, the species here dealt with is entirely devoid of it. The body is slightly roughened with indeterminate impressed lines, excepting the appendages and wing which are almost smooth. The antenna is transversely striated and slightly roughened with minute tubercles. A small portion of the prothoracic coxa is often exposed. The abdominal segments show annulets on the dorsum. On the movable abdominal segments there exist two spiracular furrows, a deep pocket-like cephalic one and a shallow caudal one, which have the carinate ridges and do not extend ventrad beyond the spiracle. The scar of the caudal horn is invariably present and usually smooth. Just posterior to it lies a depression. The cremaster is triangular, longer than broad and bifurcate at the tip.

Sphinx caliginus BUTLER

"Kuro-suzume"

(Pl. XXXV, Figs. 7 & 8; Pl. XXXVIII, Fig. 52; Pl. XXXIX, Fig. 63)

The present species differs from other forms of this genus in the absence of maxillary loop. The body is typically sphingiform with the labrum visible from the ventral side. The front is not so deeply notched, as is seen in other species of the subfamily. The head and thorax are roughened with indeterminate wavy impressed lines, but the legs and wings are found polished. The antenna extends to, or slightly beyond the tip of the prothoracic leg in the male, but not in the female, and its surface is roughened with two rows of minute tubercles, in addition to transverse striations. The mandibular area is slightly elevated. The maxilla is slightly elevated and striated at the proximal end. The prothorax is not removed caudad, its caudal margin arising from a point slightly in

front of the suture between the pro- and mesothoracic legs. The prothoracic leg always shows a slight swelling and seldom makes a portion of the prothoracic coxa exposed. The metathorax presents no trace of rugose area or ridge on the dorsum. The abdomen shows not only very indistinct annulets on the dorsal surface but also is marked with numerous punctures, which are larger in the cephalic part of the segments 1-7 and on the whole surface of the remaining segments. The scar of the caudal horn is usually slightly depressed but often elevated, presenting a slight depression just posterior to it, and is punctate, as in the remaining part of the segment. The cremaster is very rugose and bifurcate at the tip.

The body is chestnut brown and measures 32-40 mm. long by 8-10 mm. across at the widest part.

Subfamily *Ambulicinae*

The pupae of this subfamily, exclusive of the genus *Clanis*, differ from those of other Sphingid-forms in the possession of the short maxilla and antenna broader than as is usual. The boundary lines of the clypeus are always indicated by narrow furrows. The labrum is located, much as in all lepidopterous pupae. The antenna is not only broader than in the other subfamilies, but also broader in the male than in the female, and bears one or two rows of minute tubercles. The glazed eye-piece is of an almost crescent form, directing caudad, and usually extends to near the suture between the head and the prothoracic leg. The thorax has usually a slightly elevated median line, which is the most prominent on the metathorax. Exclusive of the genus *Clanis*, the prothorax is not removed caudad, and its caudal margin is situated in front of the suture between the pro- and mesothoracic legs. Neither the rugose area nor the carinate ridge can be seen on each side of the meson of the metathorax. The metathoracic wing is usually exposed beyond the spiracle of the abdominal segment 3. In the genera of this subfamily, exclusive of *Langia* and *Smerinthus*, the movable abdominal segments have some spiracular furrows which are almost equal in depth and length and extend ventrad beyond the spiracle. The cremaster is rugose and not bifurcate at the tip in some genera.

Genus *Clanis* HÜBNER

The pupae of this genus differ markedly from those of other genera of the present subfamily in the possession of the maxilla reaching the caudal margin of the wing. The body is somewhat of the saturnian type, with the labrum slightly shifted cephalad in ventral view. The antenna is shorter in the female than in the male, never extends caudad beyond the prothoracic leg in the two sexes, and is scarcely broader than in the other subfamilies. The glazed eye-piece directs to the caudo-ventrum. There is no trace of prothoracic coxa. The metathoracic wing is slightly exposed beyond the caudal margin of the abdominal segment 2, but does not reach the spiracle of the segment 3. There are five long spiracular furrows which extend an almost equal distance on the dorsal and ventral sides of the spiracles and are not punctate. The cremaster is triangular, scarcely longer than broad and ends in a blunt tip.

Clanis bilineata WALKER

"Tobihiro-suzume"

(Pl. XXXV, Figs. 9 & 10; Pl. XXXVIII, Fig. 53; Pl. XXXIX, Fig. 64)

The body surface is roughened with impressed lines on the head and thorax, and highly rugose on the front. The clypeus is marked with small tubercles. The antenna is transversely striated and slightly roughened with minute tubercles which are closely arranged in rows at the proximal end. The mandibular area is elevated, forming an irregular tubercle. The maxilla, legs and wings appear polished, but are slightly striated in their cephalic portion. On the metathorax there is a dorsal ridge more prominent than in other species of the subfamily. This similarity is also true of the abdominal segment 1. The abdomen is marked with punctures larger in the cephalic part of the segments 1-7, and shows annulets on the dorsum. The scar of the caudal horn is indistinct. The cremaster is rugose.

The body is of a reddish brown colour and measures 47-53 mm. in length and 13-15 mm. across at the widest part.

Genus *Langia* MOORE

The pupae of this genus is rather of the saturnian type, differing markedly from those of all other species of the present family. The body is relatively broad, of about the same width almost throughout, and very slightly narrowed towards the ends. The head, antenna, maxilla, prothorax, legs and wings, though appearing almost smooth at a glance, are very slightly roughened on the surface with shallow impressed lines. The head shows a polished appearance along the meson and has a distinct line, extending from the proximal end of the antenna to the pretentorina. The labrum is never removed cephalad. The antenna has slight striations and a row of minute tubercles on the proximal one-third. The maxilla extends caudad a little beyond the tip of the mesothoracic leg, and the mesothoracic wings on both sides meet with each other on the meson posterior to the maxilla. The prothorax occupies a cephalic position, so that its whole surface is visible only at cephalic aspect, and its caudal margin arises from a point slightly cephalic to the suture between the head and the prothoracic leg. No trace of prothoracic coxa is found exposed. The mesothorax, metathorax and abdomen are roughened with many granulations, so as to make the dorsal surface dull. The metathorax presents neither rugose area on each side of the meson nor dorsal ridge. The metathoracic wing is exposed beyond the spiracle of the abdominal segment 3. The abdominal segments show annulets and are considerably raised at the dorsal cephalic margin of the segments 5-7, to result in the formation of constrictions between the segments respectively. The spiracular furrows are very shallow and scarcely visible, owing to the occurrence of punctures. The caudal end is abruptly rounded, ending in a minute tubercle-like cremaster which is never bifurcate at the tip. The spiracles are large and prominent.

Langia zenzeroides nawai ROTHSCILD et JORDAN

"Ô-simohuri-suzume"

(Pl. XXXVI, Figs. 16 & 17)

The antenna extends caudad beyond the tip of the prothoracic leg in the female. The scar of the caudal horn is slightly elevated and appears polished.

The body is blackish brown and measures 53 mm. long by 21 mm. across at the widest part.

Genus *Smerinthus* LATRÉILLE

The body is somewhat of the saturnian type, with the labrum on the ventral side. The surface of the head and thorax is roughened with shallow transverse striations which are scarcely visible on the appendages. The front is scarcely notched. The lines, running on the meson of the head as well as from the proximal part of the antenna to the pretentorina, appear polished. The hairs at the centre of the front are long and few in number. The antenna is usually transversely striated and considerably longer in the male than in the female. The maxilla is short and seldom extends as far as half the whole length of the wing. No trace of prothoracic coxa is exposed. The pro- and mesothoracic legs as well as the mesothoracic wings on both sides meet respectively with each other on the meson posterior to the maxilla. The thorax has a slightly elevated median line, which is the most prominent on the metathorax. The abdominal segments show distinct annulets and are marked with rather coarse punctures. The spiracular furrows are scarcely visible. The cremaster is triangular, ends in a blunt point and is frequently curved slightly dorsad.

Smerinthus planus WALKER

"Uti-suzume"

(Pl. XXXVI, Figs. 18 & 19; Pl. XXXIX, Fig. 65)

The antenna shows distinct striations but is scarcely roughened with rows of minute tubercles. It extends nearly to the tip of the mesothoracic leg in the male, but not in the female. The mandibular area is slightly elevated. The maxilla extends about two-fifths the distance from its base to the caudal margin of the wing and presents some slight striations in the proximal part. One or two irregular rows of large punctures are found along the cephalic margin of the abdominal segments 1-7, and the punctures are closely arranged on the movable segments, so as to present a honey-comb-like appearance. The spiracular furrows are entirely obscured. The scar of the caudal horn is usually indistinct. The cremaster is not so highly rugose.

The body varies in colour from dark reddish brown to nearly black, without the conjunctiva of the movable segments, which is light. It measures 39-48 mm. in length and 12-14 mm. across at the widest part.

Genus *Callambulyx* ROTHSCILD et JORDAN

The body is typically sphingiform and makes the labrum visible only in ventral view. The front is scarcely notched and shows a slight elevation on each side of the meson. The lines, running on the meson of the head as well as from the proximal part of the antenna to the pretentorina, appear polished. The epicranial suture is faintly indicated by a slight impression. The head and thorax are roughened with fine indeterminate striations, but the appendages and wings appear polished. The antenna has the surface transversely striated with two rows of tubercles along the median line. The maxilla extends about half the distance from its base to the caudal margin of the wing and shows slight striations in the proximal part. No trace of prothoracic coxa is visible. The prothoracic legs as well as the mesothoracic wings on both sides meet respectively with each other on the meson posterior to the maxilla. The abdomen shows indeterminate impressed lines among fine scattered punctures which are more numerous along the caudal margin of each segment. The annulets are visible on the dorsum. The thoracic segments and abdominal segment 1 have a slight ridge along the meson. The movable abdominal segments have two spiracular furrows which are not punctate. The

cremaster is somewhat triangular, rugose and ends in a bifurcate tip.

Callambulyx tatarinovi BREMER et GREY

"Unmon-suzume"

(Pl. XXXVI, Figs. 20 & 21; Pl. XXXVIII, Fig. 56; Pl. XXXIX, Fig. 69)

The antenna extends to, or slightly beyond the caudal end of the maxilla in the female and is a little longer in the male. The mandibular area is slightly elevated and very rugose. The scar of the caudal horn is slightly elevated, showing radiate furrows, and usually presents a depression just posterior to the elevation. The cremaster is longer than broad and very rugose with short projections.

The body is reddish brown or dark and measures 34-42 mm. long by 9-11 mm. across at the widest part.

Genus *Marumba* MOORE

The pupae of this genus are characterized by the presence of a pair of very rugose projections on the head. The body is relatively broad and rather of the saturnian type, with the labrum on the ventral side. The front is scarcely notched, highly rugose and exhibits slight impressions along the epicranial suture and two lines between the proximal end of the antenna and the pretentorina. The appendages and wings appear polished, but are slightly striated by shallow impressions. The antenna has a distinct row of tiny tubercles along the median line, presents no elevation at the lateral margins and is longer and broader in the male than in the female. The maxilla is short and always less than half the length of the wing. The thorax is roughened with impressed lines. A distinct swelling is always visible on each prothoracic leg, and a portion of the coxa is always exposed. The prothoracic and mesothoracic legs as well as the mesothoracic wings on both sides meet respectively with each other on the meson posterior to the maxilla. The abdominal segments show traces of annulets on the dorsum and are thickly marked with punctures which are less numerous on the caudal half of each segment and are connected together by irregular impressed lines. The spiracular furrows, which are almost equal in depth, extend ventrad beyond the spiracle and are not punctate. The scar of the caudal horn is indicated by a small smooth area and radiate furrows. The cremaster is triangular, scarcely longer than broad, deeply rugose and bifid at the tip.

The following key may help to distinguish some species of this genus.

- Colour black; antenna extending to near the distal end of prothoracic leg in the female and beyond in the male; exposed portion of prothoracic coxa smaller; spiracular furrows usually four *M. sperchius* MÉNÉTRIÈS
 Colour reddish brown; antenna not extending as far caudad as the distal end of prothoracic leg in the two sexes and ending near the tip of maxilla in the female; exposed portion of prothoracic coxa larger; spiracular furrows usually three
 *M. gaschkewitschi echephron* BOISDUVAL

Marumba gaschkewitschi echephron BOISDUVAL

"Momo-suzume"

(Pl. XXXV, Figs. 11 & 12; Pl. XXXVIII, Fig. 54; Pl. XXXIX, Fig. 66)

The antenna has a single row of minute tubercles running along the median line about half its length and extends about half way from the distal end of the maxilla to that of the prothoracic leg in the male and to or a little beyond the maxilla in the

female. The maxilla extends just half way from its proximal end to the caudal end of the wing and is slightly swollen at the proximal end. The exposed portion of the prothoracic coxa is about 4 mm. long. Three spiracular furrows are present on the movable abdominal segments. The scar of the caudal horn is often indicated by a large tubercle.

The body is reddish brown and measures 40-46 mm. long by 12-13 mm. across of the widest part.

Marumba sperchius MÉNÉTRIÈS

"Kutiba-suzume"

(Pl. XXXV, Figs. 13 & 14; Pl. XXXVIII, Fig. 55; Pl. XXXIX, Fig. 67)

The head is quite strongly sculptured on the surface. The antenna has a distinct row of small tubercles running along the median line about two-thirds its length. It extends to the distal end of the prothoracic leg in the male, while it is much shorter in the female. A portion of the prothoracic coxa is exposed in a length of less than 4 mm. The punctures on the abdominal segments are not only confluent to a certain extent but also obscured by the sculpturings. Each movable abdominal segment has four spiracular furrows. The scar of the caudal horn is smooth and shows a few radiate lines.

The body is black rather than brown and measures 52 mm. in length and 13-14 mm. across at the widest part.

Genus *Dolbina* STAUDINGER

The present genus, notwithstanding that it is included in the subfamily Acherontiinae by many authors from the view-point of the adult, presents in the pupal stage no characteristic peculiar to this subfamily. To me it seems that this genus, though different in the direction of the glazed eye-piece, is referable to the Ambulicinae rather than to the Acherontiinae. The body is typically sphingiform, with the labrum on the ventral side. The head and thorax are somewhat roughened on the surface with impressed lines, but the appendages and wings appear almost polished. The head is marked with an epicranial suture and a line between the proximal end of the antenna and the pretentorina, which are found polished. The front is slightly notched. The antenna is indistinctly transversely striated and has a row of minute tubercles along the middle line. The maxilla extends caudad slightly beyond the prothoracic leg. The prothorax occupies a position normal to all lepidopterous pupae, and its caudal margin arises from a point slightly in front of the suture between the pro- and mesothoracic legs. The prothoracic leg shows no swelling and does not make the coxa exposed. The prothoracic legs and mesothoracic wings on both sides meet respectively with each other on the meson. The metathorax has the dorsal ridge and the wing exposed beyond the spiracle of the abdominal segment 3. The abdominal segments are punctate and show distinct annulets. The spiracular furrows are found on the abdominal segments 5-7 and made up of furrows of about the same depth and length, of which the most cephalic one is finely punctate. The cremaster has the sides rather curved, the tip bifurcate and the surface highly rugose.

Dolbina tancrei STAUDINGER

"Sazanami-suzume"

(Pl. XXXV, Fig. 15; Pl. XXXVIII, Fig. 57; Pl. XXXIX, Fig. 69)

The antenna scarcely reaches to the tip of the prothoracic leg in the male. The

maxilla shows slight striations in the proximal part. The spiracular furrows are three in number. The scar of the caudal horn is slightly elevated and surrounded by a shallow furrow.

The body is dark reddish brown without the conjunctiva which is light, and measures 37 mm. in length and 10 mm. across at the widest part.

Group *Smanophorae*

The spiracular furrows are not so well developed as in the *Asemanophrae*. The front bears some secondary setae on the gena.

Subfamily *Sesiinae*

So far as concern my observations based upon two species, this subfamily is closely related to the *Acherontiinae*. The body is typically sphingiform, being considerably narrowed towards the cephalic end. The head, thorax, appendages and wings have some shallow indeterminate impressed lines on the surface, so that they appear almost smooth. The labrum is shifted to the cephalic end of the body and renders the front deeply notched. The antenna is filiform, usually slightly striated but not tuberculate. The eye-piece is much like that of the *Acherontiinae*, directing ventrad. The maxilla reaches the caudal margin of the wing. The prothoracic coxa seldom makes a portion exposed. The metathorax has a transverse ridge on each side of the meson, which is caused by the surrounding furrows, and the metathoracic wing is exposed very slightly beyond the caudal margin of the abdominal segment 2. The abdominal segments present distinct annulets on the dorsum and are marked with punctures which are connected by transverse striations. On the abdominal segments 5 and 6 are found very shallow spiracular furrows, which are separated by wavy interrupted ridges and are finely punctate like the surface of the segments. The cremaster has the sides rather curved, the tip bifurcate and the surface rugose.

Genus *Cephonodes* HÜBNER

The cremaster is rugose but not armed with spines.

Cephonodes hylas LINNAEUS

"*Ô-sukasiba*"

(Pl. XXXVI, Figs. 22 & 23; Pl. XXXIII, Fig. 58; Pl. XXXIX, Fig. 70)

The antenna reaches to the tip of the prothoracic leg in the male. The scar of the caudal horn appears smooth and polished.

The body is chestnut brown and measures 35-42 mm. in length and 10 mm. in the greatest width.

Genus *Haemorrhagia* GROTE et ROBINSON

The pupa of this genus is very much similar in shape and characteristics to that of

the preceding genus, excepting the cremaster which is armed with many spines on the lateral and dorsal surfaces.

Haemorrhagia fuciformis alternata BUTLER

"Kuro-sukasiba"

(Pl. XXXVI, Fig. 24; Pl. XXXIX, Fig. 71)

The antenna extends to the tip of the prothoracic leg in the male. The scar of the caudal horn is neither elevated nor depressed and appears polished.

The colour is dark reddish brown with some darker lines along the margins of the appendages, wings and each segment, as well as along the wing-veins. The body is 39 mm. long by 9 mm. across at the widest part.

Subfamilies *Choerocampinae* and *Philampelinae*

The pupae of these subfamilies, in company with their peculiar behaviour in the formation of cocoon, present some modifications especially in the structure of the cremaster, by means of which they cling to the wall of the cocoon. The most peculiarity is found in the pupa of *Gurelca masuriensis sangaica* BUTLER which forms the cocoon of the most peculiar type. So far as the pupal characteristics are concerned, the two subfamilies are so closely related to each other that it is almost impossible to distinguish them.

The pupae of these subfamilies are long and slender and are roughened with shallow minute indeterminate impressed lines, so as to present a dull appearance. The front is always deeply notched, in company with the removal of the labrum which occurs sometimes at the cephalic end of the body or often farther back on the dorsal side. The antenna is always striated but scarcely tuberculate. The eye-piece directs ventrad in the pupa which has the labrum at the cephalic end and cephalo-ventrad in that which has the labum on the dorsal side. The maxilla often arises from the dorsal side, being usually excurved and carinate in the proximal portion, and extends always to the caudal margin of the wing. The prothorax is always somewhat carried back, and its caudal margin arises from a point near the suture between the pro- and mesothoracic legs. The prothoracic leg usually shows a swelling and a narrow exposed portion of the coxa. The mesothoracic spiracle is usually small, and its caudal margin is dark brownish and scarcely elevated. The metathorax usually shows neither rugose area nor carinate ridge on each side of the meson in the pupae of the genera other than *Gurelca*. The dorsal ridge is scarcely found on the metathorax. The metathoracic wing is exposed slightly beyond the caudal margin of the abdominal segment 2 in the species other than *Theretra nessus* DRURY. The abdominal segments usually shows annulets on the dorsum and often shallow spiracular furrows on the abdominal segments 5 and 6. The cremaster has the sides rather straight, the tip often modified and the surface rather smooth.

Genus *Celerio* OKEN

The body is typically sphingiform, being slightly narrowed towards the cephalic end. The head, thorax, appendages and wings are finely striated on the surface. The hairs at the centre of the front are of the type normal to all sphingid-pupae. No trace of hairs is visible on the gena. The labrum lies at the cephalic end of the body. The antenna is never tuberculate. The eye-piece directs ventrad. A portion of the prothoracic coxa is slightly visible. The abdominal segments are marked with punctures which are larger near the cephalic margin of each segment. The spiracular furrows are obscured by the presence of coarse punctures. The cremaster is long and sharp, slightly bifid at the tip and curved ventrad.

Celerio gallii ROTTENBURG

"Ibuki-suzume"

(Pl. XXXVI, Figs. 25 & 26; Pl. XXXIX, Fig. 72)

The antenna extends caudad slightly beyond the middle between the tips of the pro- and mesothoracic legs in the male. The scar of the caudal horn is slightly depressed.

The body is brown with darker striations and punctures and measures 39 mm long by 9 mm. across at the widest part.

Genus *Pergesa* WALKER

The pupae of the present genus are a little broader than those of the preceding. The body surface is roughened with wavy minute wrinkles, so as to present a dull appearance. The hairs on the front is rather stout. The front has a large tubercle on each side and a small one in the mandibular area. The labrum is situated at the cephalic end of the body and slightly elevated. The eye-piece directs ventrad. The antenna is striated. The maxilla shows a slight swelling and has a carina in the proximal portion. The prothoracic leg is swollen in contact with the coxa which is slightly exposed. The spiracular furrows which are very shallow and indistinct are found on the abdominal segments 5 and 6. Numerous minute spines are arranged in a single row around each movable segment at the level of the spiracles. The cremaster is of the same form as that in the preceding genus.

Pergesa elpenor lewisi DE L'ORZA

"Beni-suzume"

(Pl. XXXVI, Figs. 27 & 28; Pl. XXXIX, Fig. 73)

The antenna reaches to the tip of the prothoracic leg. The prothoracic leg extends about half way from its anterior end to the caudal margin of the wing. The scar of the caudal horn is very indistinct.

The colour is ashy brown, mottled with dark brown, excepting the legs and between the veins of the mesothoracic wing. A broad black line is found running along the mid-dorsal line of the metathorax and all the abdominal segments. The body is 42 mm. long by 11 mm. across at the widest part.

Genus *Theretra* HÜBNER

The pupae of this genus are of the same form as those of the genus *Macroglossum* and are generally sphingiform. The body surface is roughened with many minute wrinkles, so as to present a dull appearance. The labrum lies on the dorsal side. The

antenna is slightly longer in the male. The eye-piece directs cephalo-ventrad. The maxilla arises from the dorsal side of the head and extends to the caudal margin of the wing. It is usually more or less excurved and carinate in the proximal third. A distinct swelling is always visible on each prothoracic tibia, and a small portion of the coxa is always exposed. In the pupa of *Theretra nesus* DRURY the metathoracic wing is not only exposed along its dorsal margin up to the front of the caudal margin of the abdominal segment 2, but also at its tip on the ventral side between the maxilla and the mesothoracic wing. The punctures on the surface of the abdominal segments are confluent and obscured by wrinkles, excepting at the cephalic part of the movable segments. Very shallow indistinct spiracular furrows are found on the abdominal segment 5. The cremaster is triangular, much longer than broad and bifurcate at the tip and always rather smooth on the surface. *T. japonica* DE L'ORZA and *T. oldenlandiae* FABRICIUS, though closely resemble, are distinguished from each other by the state of the cremaster.

The species may be distinguished as follows:

1. Metathoracic wing exposed slightly beyond the caudal margin of abdominal segment 2 but not at its tip 2
Metathoracic wing never reaching the caudal margin of abdominal segment 2, exposed at its tip between the maxilla and mesothoracic wing *T. nesus* DRURY
2. Cremaster bifurcate but not armed with two spines at tip *T. oldenlandiae* FABRICIUS
Cremaster bifurcate, armed with two spines at tip *T. japonica* DE L'ORZA

Theretra oldenlandiae FABRICIUS

"Sesuzi-suzume"

(Pl. XXXVI, Figs. 29 & 30; Pl. XXXIX, Fig. 74)

This species is more generalized in many respects than other species of the genus. The antenna extends beyond the prothoracic leg in the male, but not in the female. The maxilla arises from a point a little dorsal to the cephalic end of the body and is curved around the head, closely applying to this. The scar of the caudal horn is indistinct. The cremaster is long and sharply narrowed to its tip which is slightly bifurcate but not armed with two spines at the end.

The body is brownish yellow, sparsely dotted with black, especially at the discocellular of the mesothoracic wing. The scar of the larvaped is light. There are seen on each segment a dark spot on each side of the dorsum and a black dash on the meson of the ventrum. The body measures 44-49 mm. in length and 11-12 mm. in the greatest width.

Theretra japonica DE L'ORZA

"Ko-suzume"

(Pl. XXXVI, Figs. 31 & 32; Pl. XXXIX, Fig. 75)

The antenna extends beyond the tip of the prothoracic leg in the male but not in the female. The maxilla arises from a point slightly dorsal to the cephalic end of the body and is curved around the head, closely applying to this. The cremaster is long and sharply narrowed to its tip which is bifurcate and armed with two spines at the end.

The body is brownish yellow, mottled with dark brown and black. The wing is sparsely dotted with black along each side of the paler veins. Each segment shows a dark spot on each side of the dorsum and a black dash on the meson of the ventrum. The scars of the larvaped are light but have a dark spot at the centre. The body is 49-54 mm. long by 10-12 mm. across at the widest part.

Theretra nesus DRURY

"Kiïro-suzume"

(Pl. XXXVII, Figs. 33 & 34; Pl. XXXIX, Fig. 76)

The antenna reaches to the distal end of the prothoracic leg in the male. The maxilla is nearly allied in form to that of *Macroglossum*. It arises from a point on the dorsal side of the head far behind the cephalic end and is highly curved around the head, forming a prominent carina. The metathoracic wing is exposed not only along its dorsal margin up to the front of the caudal margin of the abdominal segment 2 but also at its tip on the ventral side between the maxilla and the mesothoracic wing. The scar of the caudal horn is slightly elevated and of a dark brown colour. The cremaster is depressed on the ventral side. Its distal end is rather broad and is branched into two arms, each beset with two spines.

The cremaster presents an aspect closely related to that in *Theretra* and *Rhagastis*.

The body is brownish grey, closely mottled with dark brown and black, so that the black spiracles are not so easily distinguishable. A broad paler median band is found on the ventral surface. The body is 66-69 mm. long by 13-14 mm. across at the widest part.

Genus *Rhagastis* ROTHCHILD et JORDAN

The pupae of this genus closely resemble those of the preceding genus, so that it is difficult to distinguish them, but the body is flattened ventrally, rather broad and considerably narrowed cephalad. The cremaster is more deeply forked. The surface of the body appears dull with very minute wrinkles. The labrum is situated on the dorsal side a little behind the cephalic end of the body; accordingly the maxilla arises from the dorsal side of the head. The eye-piece directs cephalo-ventrad. The antenna is slightly longer in the male than in the female. The maxilla arising from the dorsal side of the head is curved over the head and is carinate in the proximal third. The prothoracic coxa has always a narrow portion exposed, and the tibia shows a distinct swelling. The punctures are scarcely found on the abdominal segments. There are shallow indistinct spiracular furrows on the abdominal segment 5. The cremaster is depressed on the ventral surface and is rather broad at the distal end. Its tip is Y-shaped, and each arm is provided with four spines.

Rhagastia mongoliana BUTLER

"Birôdo-suzume"

(Pl. XXXVII, Figs. 35 & 36; Pl. XXXIX, Fig. 77)

The antenna extends to the tip of the prothoracic leg in the male and is a little shorter in the female. The maxilla arises from a point slightly posterior to the cephalic end of the body, and is curved around the head, closely applying to this. It presents an appearance slightly excurved and carinate at the base. The scar of the caudal horn is indistinct.

The body is brownish grey, mottled with brown and black. The abdomen has a dark spot on each side of the dorsum of each segment, and a black median bar on the ventral surface of the segments 5 and 6. The body is 42-47 mm. long by 11-12 mm. across at the widest part.

Genus *Macroglossum* SCOPOLI

The pupae of the present genus are of the same form as those of the genus

Theretra. The head, thorax, appendages and wings are rather smooth on the surface. The front is slightly elevated at the middle. The labrum lies on the dorsal side far behind the cephalic end of the body, so that the maxilla is found to arise from the dorsal side of the head. The eye-piece directs cephalo-ventrad. The antenna is slightly striated, so that it appears almost smooth and is usually longer in the male. The maxilla runs around the head and extends to the caudal margin of the wing. It presents a prominent carination in the proximal third. A portion of the prothoracic coxa is often slightly exposed. The abdominal segments are marked with punctures which are connected together by minute wrinkles to some degree. On the fifth abdominal segment the region, where the spiracular furrows are found in some other genera, is finely granulate and shows a long deep furrow at the cephalic margin. The cremaster is always depressed on the ventral surface, usually smooth and bifurcate at the tip.

The species may be distinguished as follows:

1. Cremaster rather narrow at tip 2
Cremaster rather broad at tip 3
2. Pupa about 36 mm. in length; antenna extending in male beyond the middle between tips of pro- and mesothoracic legs *M. stellatarum* LINNAEUS ?
Pupa 45-50 mm. in length; antenna not extending in male beyond the middle between tips of pro- and mesothoracic legs *M. saga* BUTLER
3. Antenna extending in male beyond the middle between tips of pro- and mesothoracic legs; a portion of prothoracic coxa not exposed *M. bombylans* BOISDUVAL
Antenna not extending in male beyond the middle between tips of pro- and mesothoracic legs; a small portion of prothoracic coxa always exposed . . . *M. pyrrhosticta* BUTLER

Macroglossum stellatarum LINNAEUS?

"Hôzyaku-ga?"

(Pl. XXXVII, Figs 37 & 38; Pl. XXXIX, Fig. 78)

Unfortunately two larvae of this species, while in rearing, died in the prepupal and pupal stages, owing to the attack of a certain Ichneumon fly. So far as is concerned examination with a single pupal shell of the male, the antenna extends beyond the middle between the tips of the pro- and mesothoracic legs. The scar of the caudal horn is slightly elevated. The cremaster is sharply narrowed at the tip.

The colouration of the living pupa is unknown. The pupal shell examined is of a dark brown colour and measures 36 mm. long by 10 mm. across at the widest part.

Macroglossum saga BUTLER

"Kuro-hôzyaku"

(Pl. XXXVII, Figs. 39 & 40; Pl. XXXVIII, Fig. 59; Pl. XXXIX, Fig. 79)

The present species is more closely related to the preceding than to the following two. The antenna extends in the male to a point a little posterior to the tip of the prothoracic leg, but not beyond the middle between the tips of the pro- and mesothoracic legs. In the female it does not extend to the tip of the prothoracic leg. The prothoracic coxa is usually invisible, but is often slightly exposed. The scar of the caudal horn is slightly depressed and often polished. The cremaster is narrow at the tip which is bifid.

The body is brownish yellow, mottled with brown. There is a black median line on the dorsal and ventral surfaces of the head and thorax. A black line is also found along the dorsal margin of the mesothoracic wing. The spiracles are bordered with black, so that they are found arranged in a row of large round spots. The scar of the larvopod is dark. The body is 44-51 mm. long by 11 mm. across at the widest part.

Macroglossum bombylans BOISDUVAL

"Hime-kuro-hôzyaku"

(Pl. XXXVII, Figs. 41 & 42; Pl. XXXIX, Fig. 80)

The present species is more closely allied in the structure of the pupa to the following species than to the preceding. The antenna extends beyond the middle between the tips of the pro- and mesothoracic legs. The maxilla is rather prominently raised in the curved portion. The scar of the caudal horn is slightly depressed and polished. The cremaster is rather broad at the tip which is bifurcate.

The pupa of the present species is closely similar in colour to that of the preceding, but shows a black bar on the median line of the abdominal segments 5 and 6 and a dot on each side of the meson on the dorsum of each thoracic segment and the abdominal segments 1 and 8. The scar of the caudal horn is black. The cremaster is blackish brown. The body measures 34-37 mm. long by 9 mm. across at the widest part.

Macroglossum pyrrhosticta BUTLER

"Hosi-hôzyaku"

(Pl. XXXVII, Figs. 43 & 44; Pl. XXXIX, Fig. 81)

The antenna reaches to the tip of the prothoracic leg in the male but not in the female. The tibia of the prothoracic leg shows a trifle swelling, and the coxa is slightly exposed. The scar of the caudal horn is scarcely elevated and closely marked with minute punctures. The cremaster is rather broad at the tip.

In the present species the pupa is of the same colour as in *M. saga* BUTLER. The cremaster is bright brown. The body is 37-40 mm. long by 9-11 mm. across at the widest part.

Genus *Acosmeryx* BOISDUVAL

The pupae of this genus are very easily distinguished from others by the peculiar shape of the caudal abdominal segments which are sculptured by very coarse punctures. They are not of the typically sphingid-shape, being rather stout, cylindrical and rather blunt at the ends. The surface of the body shows many minute wrinkles. The front has no hairs on the gena. The labrum lies at the cephalic end of the body and is carinate like the maxilla which is excurved and carinate in the proximal portion. The eye-piece directs ventrad. The antenna is finely striated and shows no sexual difference. The prothorax occupies a position more cephalic than in some other species of this subfamily and ends slightly in front of the suture between the pro- and mesothoracic legs. The prothoracic coxa always makes its very narrow portion exposed. The mesothorax is devoid of hairs. The abdominal segments are distinctly marked with punctures which are much coarser on the segments 8-10. There is a furrow on the dorsum between the segments 2 and 3 as well as between 3 and 4. No spiracular furrow is present. The caudal margin of the abdominal segment 7 is suddenly angled inwards, to connect with the caudal segments which are abruptly rounded at the end. The cremaster is rather small, longer than broad and bifid at the tip. Its surface is rather rugose.

Acosmeryx castanea ROTHSCILD et JORDAN

"Kurokumo-suzume"

(Pl. XXXVII, Figs. 45 & 46; Pl. XXXIX, Fig. 82)

The antenna does not extend to the tip of the prothoracic leg in the two sexes.

The scar of the caudal horn is indicated by radiate furrows.

The body is light brown, darker on the dorsum and mottled with dark brown. The conjunctivae on the movable abdominal segments are conspicuously bright brown. The wings and legs are sparsely dotted with black. The eye-piece and spiracles are black or dark brown. The scar of the larvaped is of a light colour with a brownish marking at the centre. The body is 51-61 mm. long by 14-15 mm. across at the widest part.

Genus *Gurelca* KIRBY

The pupae of the present genus differ in many respects from those of other genera of the family. The body is small and relatively broad. The body surface is rather smooth and has hairs longer than in all the other genera of the family. The labrum lies at the cephalic end of the body and is partially visible in ventral view. The eye-piece directs ventrad. The antenna is smooth and of similar length and width in different sexes. The maxilla extends nearly from the cephalic end of the body to the caudal margin of the wing. It is scarcely excurved and not carinate. A considerable portion of the prothoracic coxa is exposed. The mesothorax bears no hairs. The metathorax has an elevated spot on each side of the meson on the dorsum. The abdominal segments are faintly, sparsely punctate, excepting the cephalic portions of the movable segments, which are slightly elevated and defined by distinct edges. These transverse edges run wholly around the body at the level of the spiracles. Spiracular furrow is altogether absent. The cremaster, differing from that of all the other species of the family, has the tip which is globular and beset with numerous bifurcate hooks.

Gurelca masuriensis sangaica BUTLER

"Hime-hôzyaku"

(Pl XXXVII, Figs. 47 & 48; Pl XXXIX, Fig. 83)

The antenna does not extend to the tip of the prothoracic leg in the two sexes. The scar of the caudal horn is smooth and has a brown spot at the centre and two black spots just posterior to it.

The body is pale brownish ochre, mottled with pale brown. The abdomen has dark brown conjunctivae on the movable abdominal segments, two transverse rows of dark dots on the dorsum of each segment and a dark dot on each side of the meson between the rows of dots. The spiracles and an elevated spot on each side of the meson of the metathorax are conspicuously black. There is a dark spot in the exposed portion of the prothoracic coxa. The scar of the larvaped is dark brown. The cremaster is black at the tip. The body measures 23-29 mm. long by 7-9 mm. across at the widest part.

BIBLIOGRAPHY

- CHAPMAN, T. A. On some neglected points in the Structure of the Pupae of Heterocerous Lepidoptera, and their probable value in Classification; with some associated observations on larval Prolegs. *The Transactions of the Entomological Society of London*, 1893, pp. 97-119.
- The Evolution of the Lepidopterous Pupa. *The Entomologist's Record and Journal of Variations*, Vol. V, 1894, pp. 25-27.
- Notes on Butterfly Pupae, with some Remarks on the Phylogenesis of Rhopalocera. *The Entomologist's Record and Journal of Variations*, Vol. VI, 1895, pp. 101-107, 125-131.
- Notes on Pupae Orneodes, Epermenis, Chrysocoris, and Pterophorus. *The Transactions of the Entomological Society of London*, 1896, pp. 129-147, Pls. VI, VII.
- On the Phylogeny and Evolution of the Lepidoptera from a pupal and oval standpoint. *The Transactions of the Entomological Society of London*, 1896, pp. 567-587.
- FORBES, W. T. M. A Structural Study of the Caterpillars. II The Sphingidae. *Annals of the Entomological Society of America*, Vol. IV, 1911, pp. 261-281, Pls. XXXI-XXXIV.
- HAVERHOST, P. Over de Staartspitzen onzer Heterocera-poppen. *Tijdschrift voor Entomologie*, LIII, 1910, pp. 285-301, Pls. 14-18.
- JACKSON, W. H. Studies in the Morphology of the Lepidoptera. Part I. *The Transactions of the Linnean Society of London, Zoology, 2nd Ser.*, Vol. V, 1890, pp. 143-186, Pls. 15-19.
- JORDAN, K. SEITZ, Grossschmetterlinge der Erde, Vol. II, 1911, pp. 229-273, Pls. 36-43.
- MATSUMURA, S. Thousand Insects of Japan, Supplement (Zoku Nippon Sentyū Zukai), Vol. I, 1909, pp. 1-40, Pls. I-V.
- Ōyō Kontyū Gaku, 1917, pp. 718-731, Pls. XLV-L.
- Dai-nippon Gaityū Zensho, 1920, pp. 827-857, Pls. XXXI-XXXIV.
- Illustrated common Insects of Japan, Vol. II, 1930.
- MELL, R. Biologie und Systematik der südchinesischen Sphingiden, 1922.
- MOSHER, E. Homology of the Mouth-Parts of the Preimago in the Lepidoptera. *Pomona Journal of Entomology and Zoology*, Vol. VII, 1915, pp. 98-106.
- A Classification of the Lepidoptera based on Characters of the Pupa. *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History*, Vol. XII, 1916, Article II.
- Pupae of common Sphingidae of Eastern North America. *Annals of the Entomological Society of America*, Vol. XI, 1918, pp. 403-442, Pl. XXXVI.
- NAGANO, K. NAWA, Icones Japonicorum Insectorum, Vol. I, Lepidoptera Sphingidae, 1904.
- Nippon Rinsi-rii Hanron, 1905, pp. 31-36, 130-138.
- POULTON, E. B. The external Morphology of the Lepidopterous Pupa: Its Relation to that of the other Stages and to the Origin and History of Metamorphosis. Parts I-V, *The Transactions of the Linnean Society of London, Zoology, 2nd Ser.*, Vol. V, 1890, pp. 187-212, 245-263, Pls. 20-21, 26-27.
- ROTHSCHILD, W. and JORDAN, K. A Revision of the Lepidopterous Family Sphingidae. *Novitates Zoologicae*, Vol. IX, Supplement, 1907.
- Genera Insectorum, Fas. 57, Lepidoptera Sphingidae, 1907.
- SCHIERBEEK, A. On the setal Pattern of Caterpillars and Pupae, 1917.
- SPULER, A. Zur Phylogenie und Ontogenie des Flügelgeädters der Schmetterlinge. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, LIII, 1892, pp. 597-646, Pls. XXV-XXVI.
- Die Schmetterlinge Europas, Bd. I, 1908, pp. XXXI-XXXIV.
- TUTT, J. W. A Natural History of the British Lepidoptera, Vol. I, 1900, pp. 38-100.
- WAGNER, H. Lepidopterorum Catalogus, Pars. 12, Subfam. Acherontiinae, 1913; Pars. 13, Subfam. Ambulicinae, Sesiniinae, 1914; Pars. 21, Subfam. Philampelinae, 1915; Pars. 23, Subfam. Choerocampinae, 1919.

EXPLANATION OF PLATES

PLATE XXXV (Pupa×1.5)

1. *Herse convolvuli* LINNAEUS, female (ventral view). 2. Ditto (lateral view). 3. *Acherontia styx crathus* ROTHSCHILD et JORDAN, female (ventral view). 4. Ditto (lateral view). 5. *Psilogramma menephron increta* WALKER, male (ventral view). 6. Ditto (lateral view). 7. *Sphinx caligineus* BUTLER, male (ventral view). 8. Ditto (lateral view). 9. *Clanis bilineata* WALKER, male (ventral view). 10. Ditto (lateral view). 11. *Marumba gaschkewitschi echephron* BOISDUVAL, male (ventral view). 12. Ditto (lateral view). 13. *Marumba sperchius* MÉNÉTRIÈS, male (ventral view). 14. Ditto (lateral view). 15. *Dolbina tancrei* STAUDINGER, male (ventral view).

PLATE XXXVI (Pupa×1.5)

16. *Langia zenzeroides nawai* ROTHSCHILD et JORDAN, female (ventral view). 17. Ditto (lateral view). 18. *Smerinthus planus* WALKER, male (ventral view). 19. Ditto (lateral view). 20. *Callambulyx tatarinovi* BREMER et GREY, male (ventral view). 21. Ditto (lateral view). 22. *Cephonodes hylas* LINNAEUS, male (ventral view). 23. Ditto (lateral view). 24. *Haemorrhagia fuciformis alternata* BUTLER, male (ventral view). 25. *Celerio gallii* ROTTENBURG, male (ventral view). 26. Ditto (lateral view). 27. *Pergesa elpenor lewisi* DE L'ORZA, male (ventral view). 28. Ditto (lateral view). 29. *Theretra oldenlandiae* FABRICIUS, male (ventral view). 30. Ditto (lateral view). 31. *Theretra japonica* DE L'ORZA, male (ventral view). 32. Ditto (lateral view).

PLATE XXXVII (Pupa×1.5)

33. *Theretra nessus* DRURY, male (ventral view). 34. Ditto (lateral view). 35. *Rhagastis mongoliana* BUTLER, male (ventral view). 36. Ditto (lateral view). 37. *Macroglossum stellatarum* LINNAEUS?, male (ventral view). 38. Ditto (lateral view). 39. *Macroglossum saga* BUTLER, male (ventral view). 40. Ditto (lateral view). 41. *Macroglossum bombylans* BOISDUVAL, male (ventral view). 42. Ditto (lateral view). 43. *Macroglossum pyrrhosticta* BUTLER, male (ventral view). 44. Ditto (lateral view). 45. *Acosmeryx castanea* ROTHSCHILD et JORDAN, male (ventral view). 46. Ditto (lateral view). 47. *Gurelca masuriensis sangaica* BUTLER, female (ventral view). 48. Ditto (lateral view).

PLATE XXXVIII (Spiracular furrows on the abdominal segment 5)

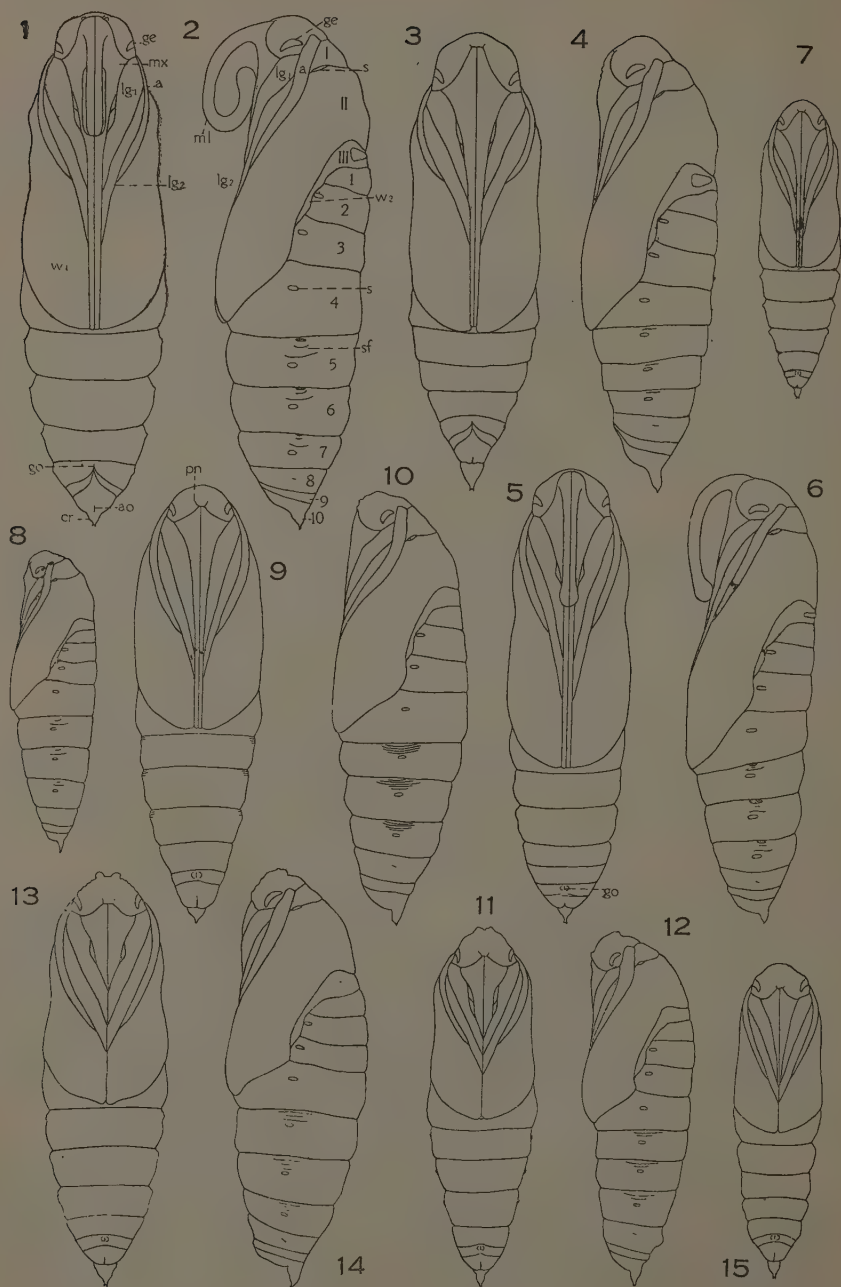
49. *Herse convolvuli* LINNAEUS. 50. *Acherontia styx crathus* ROTHSCHILD et JORDAN. 51. *Psilogramma menephron increta* WALKER. 52. *Sphinx caligineus* BUTLER. 53. *Clanis bilineata* WALKER. 54. *Marumba gaschkewitschi echephron* BOISDUVAL. 55. *Marumba sperchius* MÉNÉTRIÈS. 56. *Callambulyx tatarinovi* BREMER et GREY. 57. *Dolbina tancrei* STAUDINGER. 58. *Cephonodes hylas* LINNAEUS. 59. *Macroglossum saga* BUTLER.

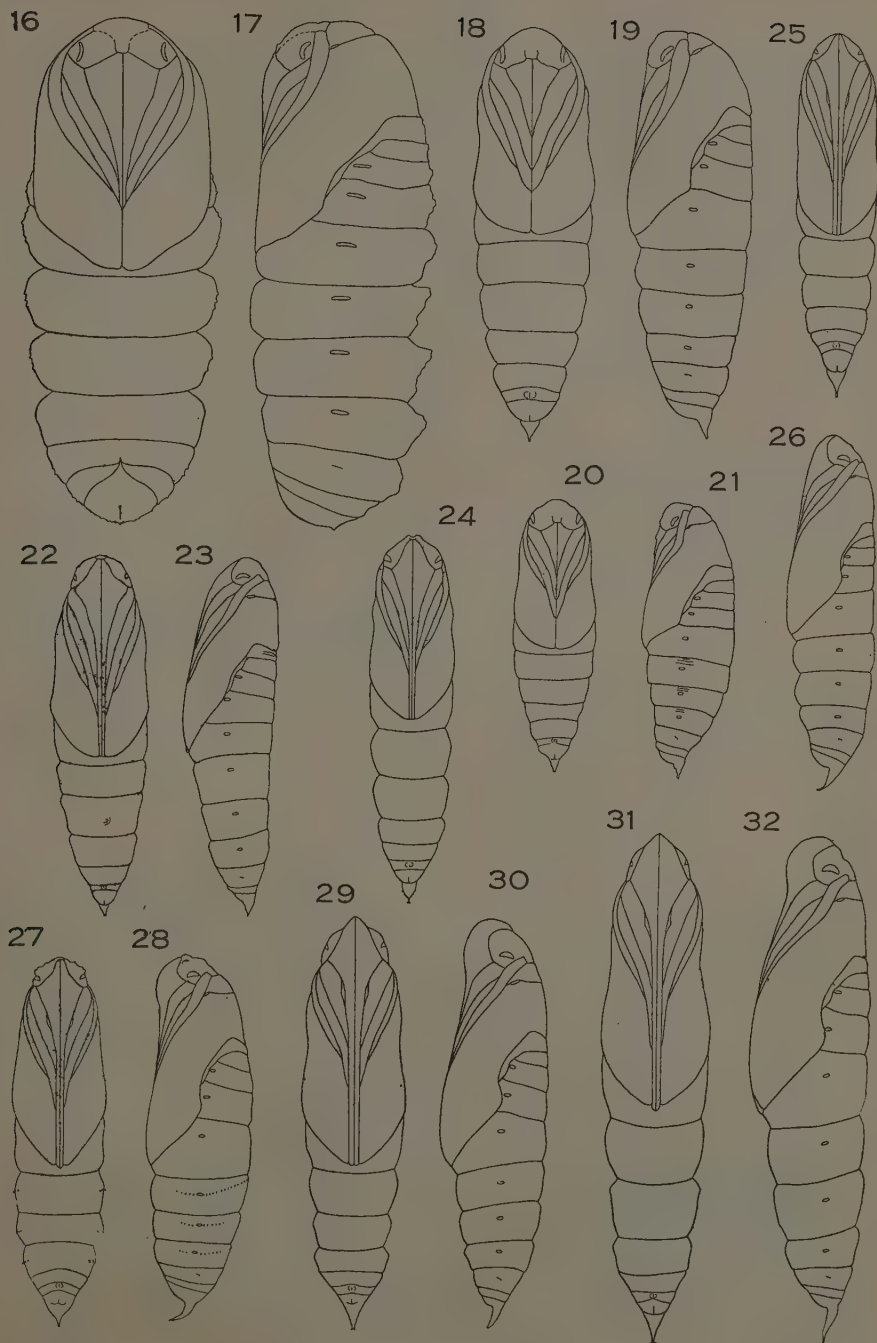
PLATE XXXIX (Cremaster)

60. *Herse convolvuli* LINNAEUS. 61. *Acherontia styx crathus* ROTHSCHILD et JORDAN. 62. *Psilogramma menephron increta* WALKER. 63. *Sphinx caligineus* BUTLER. 64. *Clanis bilineata* WALKER. 65. *Smerinthus planus* WALKER. 66. *Marumba gaschkewitschi echephron* BOISDUVAL. 67. *Marumba sperchius* MÉNÉTRIÈS. 68. *Callambulyx tatarinovi* BREMER et GREY. 69. *Dolbina tancrei* STAUDINGER. 70. *Cephonodes hylas* LINNAEUS. 71. *Haemorrhagia fuciformis alternata* BUTLER. 72. *Celerio gallii* ROTTENBURG. 73. *Pergesa elpenor lewisi* DE L'ORZA. 74. *Theretra oldenlandiae* FABRICIUS. 75. *Theretra japonica* DE L'ORZA. 76. *Theretra nessus* DRURY. 77. *Rhagastis mongoliana* BUTLER. 78. *Macroglossum stellatarum* LINNAEUS?. 79. *Macroglossum saga* BUTLER. 80. *Macroglossum bombylans* BOISDUVAL. 81. *Macroglossum pyrrhosticta* BUTLER. 82. *Acosmeryx castanea* ROTHSCHILD et JORDAN. 83. *Gurelca masuriensis sangaica* BUTLER.

ABBREVIATION

I prothorax; II mesothorax; III metathorax; 1-10 abdominal segments 1-10; a antenna; ao anal opening; cl clypeus; cr cremaster; cx₁ prothoracic coxa; f front; fm₂ mesothoracic femur; fm₃ metathoracic femur; ge glazed eye-piece; go genital opening; lbr labrum; lg₁ prothoracic tibia and tarsus; lg₂ mesothoracic tibia and tarsus; lg₃ metathoracic tibia and tarsus; lp labial palpus; ml maxillary loop; mx maxilla; pn pretentorina; s spiracle; sf spiracular furrows; tr₁ prothoracic trochanter; tr₂ mesothoracic trochanter; tr₃ metathoracic trochanter; w₁ mesothoracic wing; w₂ metathoracic wing.







60



61



62



63



64



65



66



67



68



69



70



71



72



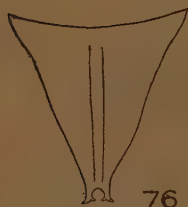
73



74



75



76



77



78



79



80



81



82



83

